ENRIQUE CHIANCONE

HISTORIA
DE LA
INGENIERIA

1952

ENRIQUE CHIANCONE

HISTORIA
DE LA
INGENIERIA

SINTESIS

☆

HISTORIA DE LA INGENIERIA

Curso dictado en la Facultad de Ingeniería

por el Prof. Ing.

ENRIQUE CHIANCONE



Publicado bajo los auspicios de la Facultad de Ingeniería
y de la Asociación de Ingenieros del Uruguay

MONTEVIDEO
M C M L I I

PROPIEDAD LITERARIA

Impreso en la R. O. del Uruguay - Printed in Uruguay

Talleres Gráficos Imp. L.I.G.U. - Cerrito 740 - Montevideo

A nuestros Precursores que, desde la profundidad de los siglos, aun pueblan de imágenes serenas nuestras inquietas fantasías.

INDICE DE MATERIAS

pág.

I.—Ingeniería e Ingenieros, origen de los nombres. El «Ingenium», sus significados. Teoría de Vico. Mitos y Leyendas. Los símbolos del «Ingenium» .. 17

II.—Egipto, Mesopotamia y China. Primeras vías de comunicación. Construcciones civiles y trabajos hidráulicos 37

III.—Los indoeuropeos. Las murallas ciclópeas. Las construcciones en Asia Menor y en las civilizaciones Troyano-insular y Creto-Micénica 58

IV.—Ciudades lacustres y terramaras. Características de las construcciones de las terramaras 75

V.—Los Etruscos. El Arco y la Bóveda. Características e influencia de las construcciones etruscas 99

VI.—Las obras de ingeniería en el Mediterráneo Oriental y Central desde el Siglo VI hasta el Siglo II a. C. El trazados de las ciudades; los puertos: Alejandría, Cartago, Siracusa. Los Faros. La Mecánica en la Magna Grecia, Sicilia y Egipto 119

VII.—Roma. Las construcciones y los sistemas constructivos en los edificios desde la influencia etrusca hasta el Siglo V d. C. El espíritu nacional en los tipos de estructura 153

pág.

VIII.—Los sistemas de calefacción en los edificios romanos. La distribución del agua. Acueductos y termas. El saneamiento 187

IX.—La vialidad durante la república y el imperio. Las carreteras romanas; su desarrollo y los sistemas de construcción. Los puentes romanos. La medición del imperio 217

X.—La mecánica, la navegación y los puertos. Canales y túneles romanos 245

XI.—India, Arabes y China; construcciones civiles, murallas. La iniciación de la Edad Media en Europa 273

XII.—La Edad Media. Influencia nórdica, romana y oriental en las estructuras de la Edad Media. Las torres 305

XIII.—La ingeniería precolombiana en América 337

XIV.—El Renacimiento. Vialidad. Los puentes. Las cúpulas 359

XV.—Obras hidráulicas en el Renacimiento 389

XVI.—La Mecánica en el Renacimiento 415

XVII.—El fin del Renacimiento. Desarrollo de la navegación interior. Iniciación de los ferrocarriles y de la red de carreteras. De la cultura a la civilización 449

XVIII.—Los ingenieros en la época moderna 479

INDICE DE ILUSTRACIONES

pág.

1.—*Ubicación geográfica de las 32 pirámides de Egipto* 24
2.—*Grupos a que pertenecen las 32 pirámides* 25
3.—*Esquema comparativo de las tres Pirámides de Gizeh* 25
4.—*Situación relativa de las tres Pirámides* 25
5.—*El Panteón de Agripa en su estado primitivo (de una antigua estampa)* 32
6.—*La Torre Eiffel (de un grabado de 1888)* 32
7.—*El Vat Arun sobre el río Menam* 33
8.—*Detalle del Vat Arun* 33
9.—*Los recorridos de las primeras emigraciones* 41
10.—*Imhotep* 41
11.—*Los principales canales y ríos de Mesopotamia* 45
12.—*La red de ríos y canales en el curso inferior del Hoang Ho* 45
13.—*Seti I* 49
14.—*Esquema de las obras hidráulicas en el Bajo Egipto* 51
15.—*El Ramseum* 56
16.—*La estatua caída de Ramsés en Menfis* 56
17.—*Primer tipo de muralla pelásgica. Corredor meridional de la ciudadela de Tirinto* 61
18.—*Ciudadela de Tirinto* 62
19.—*Segundo tipo de muralla pelásgica. Restos de murallas en Aminternum* 63
20.—*Tercer tipo de muralla pelásgica. Puerta de los Leones en Micenas* 65
21.—*Leones rampantes en Arslan Kaia* 66
22.—*Leones rampantes en Ayzin* 67
23.—*Atrio principal del Palacio de Festo* ... 69
24.—*Minos. Estatua de César Zocchi en el Monumento a Dante en Trento* 71

pág.
25.—*Ejemplo de realismo en el arte cretense. Vaso de esteatita de Haghia Triada* ... 73
26.—*Croquis de las murallas del II y VI estrato en Hissarlik* 73
27.—*Torre del VI estrato, escalera del VIII estrato y cimientos romanos del IX estrato en Hissarlik* 75
28.—*Estado actual de la casa de Schussenried* 85
29.—*Planta de la casa de Schussenried. Corte al nivel del terreno natural* 85
30.—*Tipos fundamentales de fíbulas de la Edad del Bronce* 89
31.—*Terramara de Castellazzo* 91
32.—*Detalle esquemático de una terramara* .. 92
33.—*Esquema de la ubicación de los «gabbioni» y de la empalizada* 93
34.—*Disposición de los maderos en los «gabbioni»* 93
35.—*Estado actual de los «gabbioni»* 95
36.—*Nuraghe de Abbasanta* 103
37.—*La bóveda de un Nuraghe en Isili* 105
38.—*Tumba en la Lidia. Tumba de Assarlik. Planta y corte del Tesoro de Atreo* 107
Esquema de la disposición de los bloques en el Tesoro de Atreo 107
Puerta en Tirinto. Puerta de la Acrópolis de Figalia 107
39.—*Puerta de los Leones en Boghaz Koi* ... 109
40.—*Puerta etrusca en Volterra* 109
41.—*Puerta etrusca llamada «Puerta de Augusto» en Perusa* 111
42.—*«Cavalcavíe» de la línea férrea entre Florencia y Bolonia* 111
43.—*Ejemplo de realismo en el arte etrusco. La Mater Matuta (Siglo V a. C.)* 115
44.—*Los Puertos Velinos* 123
45.—*Restos del Templo de Apolo en Metaponto* 129
46.—*Restos de Crotona: columna del Templo de Hera Lacinia* 131
47.—*Esquema de los puertos de Cartago* 133
48.—*El Golfo de Túnez y los puertos naturales de Cartago* 135
49.—*Teatro de Siracusa* 136

pág.
50.—*Puertos de Siracusa* 137
51.—*Esquema de la ciudad y puerto de Alejandría* 141
52.—*Arquitas de Tarento* 145
53.—*Restos de la muralla indicada por Tácito* 157
54.—*Restos de la muralla de Servio Tulio* .. 157
55.—*Planta de Roma con la muralla de Servio* 159
56.—*Muralla romana en Housesteads Crags* ... 159
57.—*Una puerta en la Muralla de Servio* ... 161
58.—*Arcos romanos* 161
59.—*Marco Vipsanio Agripa* 163
60.—*Panteón* 163
61.—*Esquema de arco de hormigón* 165
62.—*Esquema de estructura de cúpula* 165
63.—*Opus incertum* 169
64.—*Opus reticulata* 169
65.—*Trazado de una ciudad derivado de las terramaras y de los campamentos* 177
66.—*Trazado de una ciudad derivado de las ciudades amuralladas* 177
67.—*Anfiteatro en una ciudad (Anfiteatro Flavio)* 180
68.—*Anfiteatro en un desierto (Anfiteatro de El Djem)* 180
69.—*Anfiteatro de Verona* 181
70.—*Torre romana en Treveris (Germania)* .. 182
71.—*Torre romana en Damasco (Siria)* 183
72.—*Casa de los Vetios (Pompeya)* 189
73.—*Casa de apartamentos en Ostia* 189
74.—*Tipo de acueducto romano del Siglo I* .. 193
75.—*Tanque de agua en Leptis* 195
76.—*Acueducto de Tarragona* 195
77.—*Restos del acueducto de Claudio* 197
78.—*Puente del Gard* 199
79.—*Acueducto de Justiniano en Pirgos (Turquía)* 199
80.—*Acueducto de Segovia* 201
81.—*Baños de Pompeya (Caldarium)* 203
82.—*Baños de Pompeya (Tepidarium)* 204
83.—*Termas de Caracala (Reconstrucción)* .. 207
84.—*Termas de Diocleciano (Corte)* 209
85.—*Desembocadura de la Cloaca Máxima* ... 209

pág.

153.—*Torre cuadrada en el desierto de Karangas* 345
154.—*Torre redonda* 347
155.—*Detalle del Templo de Quetzalcoatl* 349
156.—*Pirámide de la Luna y Pirámide del Sol en Teotihuacan* 351
157.—*Templo de Quetzalcoatl en Teotihuacan* .. 351
158.—*Croquis de la ubicación de las ruinas de Mitla* 353
159.—*Estado de Oaxaca y Mitla* 353
160.—*Tumba cruciforme en Mitla* 355
161.—*Arco de Labná* 355
162.—*Un corredor en Mitla* 356
163.—*Mitla. La entrada a un palacio* 356
164.—*Restos de muros en Mitla* 358
165.—*«Ponte delle Torri»* 361
166.—*El «Puente del Diablo» sobre el Serchio* 361
167.—*Puente sobre el Adigio en Verona* 363
168.—*Puente de Rialto* 367
169.—*Puente de las «Maravegie»* 367
170.—*Puente de los Suspiros* 368
171.—*Viaducto sobre la Laguna* 369
172.—*Cúpula en el Kremlin* 373
173.—*La Torre de Ivan Veliki y las cúpulas de la Iglesia del Salvador en el Kremlin* 375
174.—*Cúpula de Brunelleschi* 377
175.—*La fachada y la cúpula de la Iglesia de San Pedro* 381
176.—*La cúpula de San Pedro vista desde la parte posterior* 381
177.—*La cúpula de la Iglesia de San Pedro desde el interior* 383
178.—*La Plaza y la Iglesia de San Pedro. (De un grabado del siglo XVII)* 385
179.—*La cúpula de la Iglesia de San Pablo en Londres* 385
180.—*La gran diga del Zuiderzee* 393
181.—*Esquema de los canales de Lombardía* 397
182.—*Un canal de Lombardía* 397
183.—*Tipo de embarcación en los canales de Lombardía* 399
184.—*Canal interno de Milán* 399
185.—*Los pantanos pontinos* 401
186.—*El faro y las fortificaciones de Liorna en 1421* 403

pág.

187.—*La Plaza de San Marcos y la Torre del Reloj* 410
188.—*Luigi Cornaro* 411
189.—*Autorretrato de Leonardo* 419
190.—*Dibujo de Leonardo de una máquina para volar* 420
191.—*Otro croquis de una máquina para volar* 423
192.—*El elicóptero de Leonardo* 423
193.—*Dibujo de un paracaídas* 423
194.—*El cuadrante y los moros de la Torre del Reloj* 425
195.—*León Battista Alberti* 429
196.—*La planta de los arganos para el levantamiento del obelisco* 431
197.—*El castillejo para el levantamiento del obelisco* 433
198.—*El obelisco de la Plaza San Pedro* 435
199.—*Máquina de Branca a aire caliente* 443
200.—*La máquina a vapor de Branca* 443
201.—*La condena de Galileo (de un cuadro de Barabino)* 446
202.—*Firma de Galileo ciego* 446
203.—*Las arcadas centrales de los «Ponti della Valle»* 451
204.—*«Ponti della Valle»* 451
205.—*Puerto de Amberes* 455
206.—*Las vías navegables rusas* 459
207.—*El vehículo automóvil de Cugnot* 463
208.—*El primer automóvil de Trevethick* 465
209.—*«The Rocket»: la máquina de Stephenson* 469
210.—*La «Sans Pareil»: máquina de Hackwort, rival de Stephenson* 469
211.—*El túnel en la antigua carretera del San Gotardo* 471
212.—*Una carretera a principios del siglo XIX* 471
213.—*Volta y Napoleón* 472
214.—*La antigua carretera en el Paso del San Gotardo* 474
215.—*Dos de los cuatro caballos de San Marcos* 476
216.—*En acto de eterno andar por los caminos del mundo* 476
217.—*Los «moros»* 477
218.—*Alejandro Volta* 481

pág.

219.—Croquis de la pila dibujado por Volta .. *483*
220.—El templo de Volta en Como *485*
221.—Bajorrelieve en la Rotonda del Templo .. *485*
222.—Dos vitrinas en el templo con los aparatos inventados por Volta *487*
223.—Estructura de un hángar calculada por el Ingeniero Nervi *489*
224.—La vieja y la nueva carretera de la Gardesana *491*
225.—Tuberías en el mayor acueducto existente —el acueducto de las Apulias—, cerca del antiguo castillo de Lucera *495*
226.—El pasado y el presente: un túnel debajo de un antiguo castillo en Eiffel *496*
227.—El pasado y el presente: las torres de la catedral de Colonia a través de las vigas del puente sobre el Rhin *497*
228.—La región de los pantanos de Mestre antes del saneamiento *498*
229.—La misma después del saneamiento *498*

PRÓLOGO

La Historia de la Ingeniería debe encararse como una disciplina que, al detenernos para mirar mejor las cosas pasadas, nos permita observar cómo se han abordado y cómo se han resuelto en otros tiempos los problemas de nuestra profesión.

De este modo su fin primordial será el conocimiento ordenado de las ideas antiguas para adaptarlas a nuestra época; porque combinar en forma nueva las ideas antiguas constituye la prerrogativa principal de la asociación y de la imaginación, primeras facultades del ingeniero.

Por consiguiente, la Historia de la Ingeniería no el sólo una especie de extensión de la cultura que debe poseer todo profesional, sino una disciplina inherente a la profesión.

He desarrollado el curso considerando que no hay razón alguna para que la mente de los hombres de ciencia no esté en armonía con la de los soñadores —poetas, artistas o filósofos— ya que en todo hombre de ciencia siempre hay un soñador.

La creencia vulgar supone que el trabajo de los ingenieros se limita al cálculo y se encierra en fórmulas matemáticas. Esto no es exacto: el trabajo de los ingenieros abarca un campo extraordinariamente amplio y tiene un fin esencialmente humano, porque, otorgando el bienestar a la humanidad, vuelve más agradable y más hermosa la vida.

Para que la Historia de la Ingeniería se irradie desde la Facultad hacia el gran público, a fin que el gran público recuerde las obras de los ingenieros ejecutadas a través de los siglos, he tratado que esta «Síntesis» pueda ser accesible también a los no avezados en las disciplinas de nuestra profesión;

por eso, al evitar el tecnicismo, tuve como guía la frase de Lucrecio:

« debiendo explicar asuntos ásperos y desabridos
« para los que no están acostumbrados a ellos, y
« fastidiosos para el vulgo, haré de igual modo que
« los médicos, quienes, al propinar a los niños
« amarga medicina, untan de miel los bordes de
« la copa en que la administran».

No he recibido más que palabras de aliento de parte de estudiantes, profesionales y profesores de nuestra Facultad y de otros Institutos Superiores. A todos ellos mi hondo agradecimiento.

Agradezco a la Asociación de Ingenieros las atenciones de que he sido objeto y la publicación de los apuntes de clase en la Revista de la Asociación.

Y al Señor Decano de la Facultad de Ingeniería, Ing. Carlos Berta, y a los Señores Miembros del Consejo de la Facultad, reitero las expresiones de mi profunda gratitud.

Ing. Enrique Chiancone

Ingeniería e Ingenieros, origen de los nombres. — El "Ingenium", sus significados. — Teoría de Vico. — Mitos y Leyendas. — Los símbolos del "Ingenium"

Ingeniería e ingeniero son vocablos que tienen la característica de ser semejantes en todos los idiomas europeos; ellos derivan de «ingenium», e «ingenium» en el bajo latín significaba instrumento, aparato, máquina de guerra. En el «Testimonio de la Lengua Castellana» publicado por el Covarrubias en 1612, se lee: «Llamamos ingeniero al que fabrica máquinas para defenderse del enemigo y ofenderle».

La primitiva idea respecto al ingeniero era, pues, el de fabricante de ingenios, o sea de máquinas de guerra; a los que manejaban tales máquinas se les llamaba «ingeniadores».

Esta sería la etimología —digamos así— restringida; para mayor amplitud acudamos a la opinión de Juan Bautista Vico. «Ingenium» —dice Vico en una hermosa definición— es la facultad de reunir en una sola las cosas separadas y distintas. «Ingenium», además, significa también «naturaleza».

Las causas de esta homonimia pueden ser tres:

a) Porque el ingenio humano ve las dimensiones de las cosas, lo apropiado, lo conveniente; es la naturaleza propia del hombre, distinta de la de los brutos.

b) Porque la ciencia humana consiste en que las cosas se correspondan según una proporción agrada-

ble a los sentidos, cosa que solamente pueden realizar los hombres de ingenio.

c) Porque del mismo modo que la naturaleza crea los objetos físicos, el ingenio humano crea los mecánicos; de manera que Dios es el artífice de la naturaleza y el hombre es el Dios de las cosas hechas artificialmente.

En cualquiera de los tres casos está bien aplicado el nombre de «ingenieros» a «los que ven la dimensión de las cosas», a los que hacen de modo «que las cosas se correspondan según una proporción agradable», y —por último— a «los que sobresalen en el arte de hacer las cosas artificialmente».

En el primero y segundo caso, o sea en que «el ingenio humano ve las dimensiones, lo conveniente, lo apropiado» y que «las cosas se correspondan según una proporción agradable», el nombre de «ingeniero» se confunde con el de «arquitecto», tanto que en latín «ingeniero» se decía «machinator» o «architectus», según el título se aplicara a quienes nosotros llamaríamos ingeniero industrial o ingeniero civil.

Por eso se llama arquitecto a uno de los más grandes ingenieros de la antigüedad, Apolodoro, quien construyó el puente sobre el Danubio; a Julio Lacer, el constructor del puente de Alcántara; a Julio Frontino, superintendente de los acueductos (curator aquarum) y autor del tratado más importante de ingeniería antigua: «De aquaeductis Urbis Romae»; y a Vitruvio, cuya obra «De Architectura» —inspiradora 14 siglos después de las construcciones del Renacimiento— comprendía además de las proporciones y construcciones de los edificios, los acueductos y las máquinas.

Y hasta fines del Renacimiento se continuó llamando arquitectos —y aun actualmente les damos tal título— a quienes, además de arquitectos, eran sobre todo ingenieros.

La cúpula de la iglesia de San Pedro —por ejemplo— ese sueño de Bramante que se realizó tras enormes dificultades técnicas y utilizando la mínima cantidad de material, había sido proyectada por Miguel Angel quien hizo el modelo de la cúpula cuando tenía ochenta y seis años de edad.

Al llevarla a la práctica, Jaime Della Porta modificó la parte arquitectónica dejando intacta la parte técnica, proyectada —según se ha dicho— por Miguel Angel, quien se nos revela como ingeniero más que como arquitecto no solamente en las fortificaciones de Florencia y en los trabajos del puerto de Civitavecchia, sino en el proyecto de la enorme cúpula de 45 metros de diámetro elevada a 136 metros de altura.

Hemos dicho que «ingenium» significaba al mismo tiempo «naturaleza» e «ingenio», y en el bajo latín quería decir máquina. Una máquina simple penetrante cuya forma recuerda la lanza, la flecha y la llama, es decir la fuerza, el movimiento y la vida, es la cuña. La cuña la llamaban «coelum», y «coelum» quería decir también «cielo».

Por eso —continuando con la teoría de Vico— la primera construcción que elevaron los hombres de genio fué la pirámide, porque la pirámide es la representación de la máquina, o sea «de las cosas hechas artificialmente» y, al mismo tiempo, es la representación del cielo, supremo dador de las fuerzas de la naturaleza, de las fuerzas del «ingenium». La pirámide es un símbolo, e «ingenieros» eran los que construyeron ese símbolo amontonando peñascos en forma de pirámide.

Y los primeros que amontonaron peñascos en forma de pirámide eran gigantes, eran Titanes —Dioses de la Tierra— porque Teuth, como Theo, Deus, Zeus, es Dios y Tan es «Tierra». La rebelión de los Titanes —los Dioses de la Tierra— contra Júpiter fulgurador, o sea contra las fuerzas de la natura, es la lucha del hombre superior —del gigante— del Dios que «crea las cosas hechas artificialmente» contra la naturaleza hostil y adversa que «crea los objetos físicos» y que «nos presiona, nos envuelve en el giro de su danza eterna —según el pensamiento de Goethe— arrastrándonos con ella».

Todos los mitos y todas las creencias nos relatan una lucha de gigantes rebeldes contra los Dioses o, si se quiere, contra las fuerzas de la naturaleza representadas por los Dioses, porque los hombres pri-

mitivos, con la intuición que caracteriza precisamente al primitivo, imaginaban que quienes luchaban contra la naturaleza y se rebelaban a su dominio debían ser superiores al común mortal; ya que, para que el común mortal —ese «pequeño viajero de la Tierra»— pueda definirse, es necesario un término de comparación que no puede ser un semejante suyo, sino un modelo superior.

Por eso el mito de esta lucha titánica es universal. «En el país de Anahuac —dice la leyenda azteca— habitaban gigantes. El más grande de ellos, cuyo nombre era Xehlua, fué a Cholula y construyó una colina artificial en forma de pirámide, para lo cual hizo fabricar ladrillos en la provincia de Tlamanalco, y para transportarlos a Cholula dispuso una hilera de hombres que los pasaba de mano en mano. Los dioses, irritados por este edificio cuya cúspide debía llegar a las nubes, arrojaron fuego sobre la pirámide. Muchos gigantes murieron y el trabajo quedó inconcluso».

La mitología de la India relata que Bahaceren, el gran gigante hindú de los mil brazos, había dirigido a los otros gigantes para construir la ciudad y las pirámides de Mahabalipur; Crisna, irritado por la obra de Bahaceren, le cortó todas las manos, dejándole solamente dos para adorarle. Mahabalipur estaba situada a unos setenta kilómetros de la ciudad de Pondicherry. Todos los gigantes adoraron a Crisna después del castigo que el dios infligió a Bahaceren, pero uno de ellos subió al cielo llevado por una ninfa y adquirió tantos conocimientos que volvió a la tierra y llenó Mahabalipur de grandiosas construcciones.

La ciudad fué tan hermosa que Indra, dios del aire, o sea el poder meteórico, tuvo envidia y ordenó al mar que la sepultara bajo sus olas. Por eso no existe más Mahabalipur: la obra de los gigantes fué destruída por la cólera divina.

La mitología escandinava cuenta que un gigante, cuyo nombre era Yme, se rebeló contra los dioses y quiso elevar una torre para subir al cielo. Pero los dioses, en castigo de la osadía, lo mataron; de los huesos del gigante se formaron las piedras, de la sangre nacieron el mar y los ríos, del cerebro se formaron las nubes y el cráneo constituyó la bóveda celeste. Para sostener la bóveda celeste los dioses colocaron cuatro enanos en los cuatro extremos de dos diámetros perpendiculares; los nombres de los cuatro enanos eran Nord, Sud, Est y Ovest, nombres que substituyeron posteriormente Septentrionis, Meridies, Oriens y Occidens con los cuales se indicaban los puntos cardinales.

Quien toma en Mossul el ferrocarril que corre hacia Bagdad siguiendo el curso del Tigris, al llegar cerca de Kalak ve levantarse una colina cuya base tiene unos doscientos cincuenta metros de diámetro y sobre la cual se divisan los restos de una torre de ladrillo cocido; la torre tiene actualmente unos doce metros de altura. La gente llama al lugar *Birs Nimrud* —la torre de Nemrod—. Nemrod quiere decir «el que se rebela» y, según la Biblia, Nemrod «comenzó a ser gigante en la Tierra». El relato bíblico nos dice, pues, que un gigante se rebela y levanta una ciudad y una torre en el lugar donde «los hombres que venían del Oriente» se reunieron por primera vez.

«Y dijeron los unos a los otros —relata la Biblia— vaya, hagamos ladrillo y cozámoslo con fuego. Y fué el ladrillo en lugar de piedra y el betún en lugar de mezcla. Y dijeron: Vamos, edifiquemos una ciudad *y una torre cuya cúspide llegue al cielo;* y hagámonos un nombre por si fuéramos esparcidos sobre la faz de la tierra».

Pero Dios no permitió que los hombres se unieran y elevaran una torre cuya cúspide llegara al cielo; Dios miró desde las alturas la obra de Nemrod, el gigante rebelde, y dijo: «Ahora, pues, descendamos y confundamos sus lenguas para que ninguno entienda el habla de su compañero. Así los esparció Jehová sobre la faz de toda la Tierra y dejaron de edificar la ciudad».

Se necesitaron muchos siglos para que cerca de la Torre de Nemrod corriera silbando el ferrocarril —obra de los gigantes modernos— construído precisamente para «unir los pueblos que Dios esparció desde allí sobre la faz de toda la Tierra».

Según todos los relatos, las luchas de los gigantes terminaban siempre con la victoria de la divinidad, con el triunfo de las fuerzas de la naturaleza; pero debe notarse la diferencia entre el relato bíblico, por ejemplo, y el mito de los Titanes. En el mito de los Titanes, Júpiter los fulmina y precipita sobre ellos los peñascos que habían amontonado para subir al cielo; para fulminarlos Júpiter pide ayuda a Vulcano, quien tiene su fragua debajo del Etna donde los grandes Cíclopes: Bronte, Stéropes, Piracmón y Polifemo forjan los rayos que Vulcano entrega a Júpiter. Y es sabido —de acuerdo con las observaciones de Palmieri— que los relámpagos y los truenos durante una erupción se ponen de manifiesto cuando la erupción es acompañada de una fuerte lluvia de cenizas; de modo que la fragua de Vulcano situada en el interior del Etna, es una versión poética de una verdad científica.

El Mediterráneo es una cuenca volcánica y sísmica, donde las erupciones y los temblores de tierra son comunes y donde para luchar contra las fuerzas de la naturaleza son necesarios más que en otras regiones el poder físico y el poder de la mente: por eso en los dos extremos del Mediterráneo la mitología coloca dos gigantes: Atlas que sostiene el mundo en el extremo occidental y Prometeo en el extremo oriental: Atlas es el poder físcio. Prometeo, el poder de la mente.

El terreno mesopotámico, en cambio, y especialmente en su parte meridional, es un terreno de aluvión, un terreno de llanura que se extiende debajo de un cielo límpido, sin rayos, sin relámpagos, sin truenos; el relato bíblico no termina con la muerte de los gigantes, sino con el esparcimiento de los hombres que construían la torre «cuya cúspide debía llegar hasta el cielo»; Dios no fulmina a Nemrod, el gigante; la narración bíblica no termina con un cataclismo sino tranquilamente, como tranquilamente corren hacia el mar las aguas del Tigris y del Eufrates.

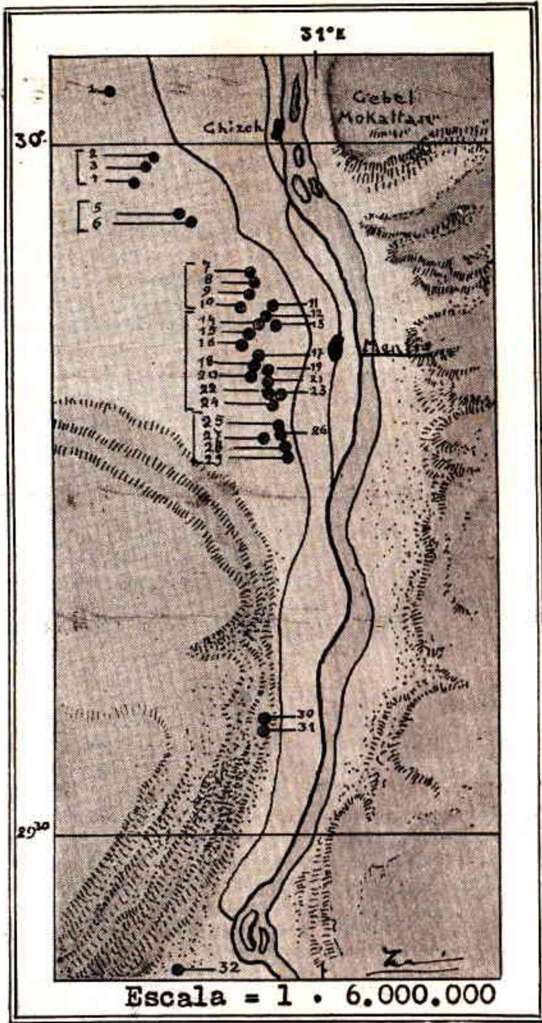
Vico distingue la época de los dioses, la de los héroes y la de los hombres. Al dejar las épocas de los dioses y de los héroes, al abandonar los caminos etéreos de la fantasía, aparecen en la «época de los hombres» precisamente las pirámides como uno de los tipos más característicos de construcciones. Nos referimos, como se comprende, en modo especial a las pirámides egipcias, las treinta y dos grandes pirámides esparcidas en un inmenso cementerio de setenta y dos kilómetros de longitud, y las otras ochenta pirámides de Meroe.

«No hay lugar más venerable que éste en el mundo —dice Ebers— Aquí las habitaciones son refugios pasajeros y las tumbas casas eternas; la vida una breve peregrinación; la muerte, la verdadera vida». Y, en efecto, mientras las ciudades han desaparecido, las tumbas han extendido la vida hasta nosotros.

Tebas, Sais, Menfis, no existen más; existen las pirámides. «El tiempo se ríe de todas las cosas humanas —dice un proverbio árabe— y las pirámides se ríen del tiempo». Sin embargo, a pesar del proverbio, a los hombres no les ha faltado voluntad para substituir al tiempo en su acción destructora; y solamente el temor de dañar la ciudad del Cairo, construída a unos 15 km. al Nor-Este, impidió que la ira fanática contra las obras paganas llevara a cabo el proyecto de hacer saltar con explosivos las tres pirámides mayores, tal vez para demostrar una vez más que si la misión de los gigantes es construir, la de los pigmeos es destruir.

2.656.024 metros cúbicos de piedra calcárea a numulitos, con un peso de 7.436.867 toneladas, forman la Gran Pirámide. El suelo del Desierto egipcio no es más que un lecho de numulitos; la Esfinge fué construída con bloques de numulitos y la Cadena Arábiga está formada por numulitos. De la Cadena Arábiga se han extraído los bloques para la Gran Pirámide, y aun quedan las ruinas de un puente de piedra en los Montes Mokattan, al Sur del Cairo, y los restos de un camino empedrado de 20 metros de ancho, construído para transportar los bloques desde la cantera hasta la obra.

Los centenares de años han acumulado enormes cantidades de numulitos alrededor de la Esfinge y en las bases de las Pirámides, y en ellos se hunden los pies de los camellos y de los excursionistas. Hace unos 20 siglos se creía que los numulitos eran



Ubicación geográfica de las 32 pirámides de Egipto

Esquema Comparativo de las tres Pirámides de Gizeh .-

Situación relativa de las tres Pirámides

Grupos a que pertenecen las 32 pirámides

Grupo	Nº	Faraón	Dinastía
ABUROASC	1	Telefre	IV
GISEH	2	Cheops	IV
	3	Chefren	IV
	4	Micerino	IV
ZAVIET EL ARIAN	5	Neferka (?)	III
	6	Nebka	III
ABUSIR	7	Sahure	V
	8	Neueserre	V
	9	Nefererchere	V
	10		
SAKKARA	11		
	12	Teti	VI
	13		
	14		
	15	Zoser	III
	16	Unas	V
	17	Pepi	VI
	18	Merenre	VI
	19		
	20	Pepi II	VI
	21		
	22		
	23		
	24		
DAHSHUR	25	Sesostri III	XII
	26	Amenamhet II	XII
	27	Snofru	IV
	28	Amenamhet III	XII
	29		
EL LECHT	30	Amenamhet I	XII
	31	Sesostris I	XII
MEIDUN	32	Snofru	IV

lentejas abandonadas por los 100.000 obreros que habían construído la Gran Pirámide, pero Estrabón demostró que no había tal cosa; ya mucho antes el dragomán habia traducido a Herodoto una inscripción en la que no se mencionaban lentejas para el alimento de los obreros; el alimento de los obreros estaba compuesto fundamentalmente por cebollas, rábanos y aceite, y sólo por ese concepto se había gastado una suma equivalente a unos doce millones de pesos de nuestra actual moneda.

La construcción de la base duró 10 años y la de la Pirámide duró 20 años más, de modo que toda la obra se terminó en 30 años; 100.000 obreros, que se substituían cada tres meses, trabajaron en ella. Ese ejército de obreros se dividía en 100 grupos de 1000 hombres, cada grupo de 1000 hombres se dividía, a su vez, en 100 cuadrillas de 10 hombres cada una.

Un simple cálculo demuestra que un total de 12.000.000 de hombres intervinieron turnándose durante los 30 años; lo cual contribuye a convencer que si las pirámides han sido llamadas «marcas de servidumbre» por muchas generaciones, y si desde la época de Herodoto han sido lanzadas imprecaciones contra «los Faraones inhumanos» que las hicieron construir, se ha perdido el tiempo en inútiles lamentos, puesto que no se ha obligado a trabajos forzados a una débil población de esclavos agotados por el esfuerzo, sino que, muy al contrario, ha sido una nación fuerte y joven que en los largos años de paz dedicaba la exhuberancia de sus energías al cumplimiento de una obra sobrehumana.

Además, la historia y la leyenda hablan en favor de los constructores de las Pirámides. Micerino, por ejemplo, el Men-kara egipcio, es «el más justo y el más venerado de los reyes». En la tumba de Debhán, situada al pie de la pirámide de Micerino, hay grabada la siguiente inscripción: «Encontrándose Micerino en Menfis para inspeccionar las obras de su pirámide con los dos sumos sacerdotes de Ptah y el Almirante, ordenó que no se hiciera trabajar a nadie a la fuerza, sino a aquéllos que quisieran hacerlo voluntariamente».

En la pirámide de Micerino fué sepultada otra persona además del rey: esa otra persona era una mujer, y esa mujer —siempre según la leyenda— era la bella Nitokris, la «de blonda cabellera y rosadas mejillas». Nitokris pertenece a la VI dinastía y Micerino a la IV, de modo que no eran contemporáneos: pero la fábula los transforma en contemporáneos y cuenta que el viento llevó lejos una zapatilla de Nitokris mientras ella estaba en el baño. La zapatilla, en alas del viento, cayó delante del rey quien envió mensajeros por todo el Egipto en busca de la dueña de la zapatilla: lo que demuestra que el cuento de la Cenicienta tiene muchos siglos de antigüedad. Los mensajeros encontraron a Nitokris en Naukratis, la llevaron a la presencia de Micerino quien se enamoró de la joven y, después de casarse con ella, hizo erigir la tercera de las grandes pirámides en honor de «la bella de dorada cabellera y rosadas mejillas».

Los árabes narran que al anochecer aparece en la Pirámide de Micerino —sentada como sobre un trono— una mujer fascinante que enloquece a los viajeros que se dejan seducir por su hermosura.

La Pirámide de Micerino —o la *Pirámide Roja* por su revestimiento de granito rojizo— es la menor de las tres grandes Pirámides, puesto que su volumen es un décimo de la de Keops y su altura es algo menor que la mitad, ya que sólo alcanza a 66,40 m., pero su construcción es mucho más perfecta que la de las otras dos. En cuanto a la Gran Pirámide, o Pirámide de Keops —el Kufú egipcio— puede decirse que no existe monumento en el mundo que haya sido más veces medido y vuelto a medir. Y lo curioso es que todas las medidas han dado resultados diferentes.

Herodoto, por ejemplo, en el siglo V a. C. le asignaba una altura de 800 pies, y Estrabón, en el siglo I a. C. sostenía que esa altura no era más que de 625 pies; Plinio, en cambio, le daba 660 pies, y lo mismo calculaba Diodoro Sículo.

Podrá suponerse que el sistema antiguo de medir no se prestaba a mucha exactitud o que la unidad de medida, el pie, fuera diferente: pero los modernos encontraron en sus mediciones diferencias semejantes. Thevenot, por ejemplo, avalúa la altura

de la Gran Pirámide en 520 pies y Niebuhr en 440. Lo mismo sucede con el lado de la base, cuya longitud varía desde 800 pies, según Herodoto, hasta 648 pies, según Greaves. Greaves contó 207 escalones, Belom 250 y Lewenstein 260. Parecería que si la altura es un poco difícil de medir, no puede presentar mucha dificultad el contar el número de escalones; sin embargo, se ve que tampoco esto es fácil.

Los ingenieros de la expedición napoleónica a Egipto calcularon el lado de la base con la aproximación hasta el milímetro: este lado tendría, según aquellos ingenieros, 247 metros con 747 milímetros; pero mediciones posteriores dieron resultados diferentes, la más exacta nos dice que el lado de la base mide 232 metros con 1759 decimilímetros, lo cual daría un perímetro de 928,7036 m. Y como la altura de la Gran Pirámide es de 147,807 m. (contando la parte que falta en la cúspide), se deduce que dividiendo el perímetro de la base por la altura, se obtiene como cociente 6 2832, o sea 2π. De esto se desprendería que el valor de π era conocido en Egipto hace 46 siglos, puesto que Keops reinó desde el 2620 a.C. hasta el 2597.

De la relación establecida anteriormente se deduce que el perímetro de la base tiene la misma longitud que la circunferencia construída con la altura como radio. con la aproximación hasta los diez milésimos. Es claro que esto podría ser una coincidencia, pero como existen otras relaciones geométricas, astronómicas y geográficas, se ha supuesto que la Gran Pirámide estaba destinada a trasmitir a la posteridad un conjunto de conocimientos de los antiguos sabios de Egipto.

A pesar de ser muy conocidas estas relaciones, queremos recordar aquí algunas de ellas. Entre la medida de la base y la de la apotema hay una relación de 5/4, de modo que mientras el lado de la base corresponde con mucha aproximación a la 480ava parte del grado de meridiano, la de la apotema corresponde a la 600ava parte del mismo grado de meridiano. El semiperímetro equivale a la 540ava parte del recorrido medio diario de la Tierra en

la Eclíptica y la altura de la Pirámide es la milmillonésima parte de la distancia mínima de la Tierra al Sol. Además, una serie de relaciones geométricas se desprenden de ser la altura media proporcional entre la apotema y el semilado de la base; así, por ejemplo, el cuadrado construído con la altura como lado equivale al área de la cara lateral, la superficie diametral equivale a la de un círculo cuyo diámetro sea igual a la altura, la relación entre la superficie diametral y la de una cara lateral es dada por $\frac{\pi}{4}$, etc.

La unidad sagrada de medida era en Egipto el «codo piramidal», correspondiente a 0,63565 m., es decir a un diezmillonésimo del radio polar terrestre; medido en codos piramidales. el lado de la base equivale a 365 codos y 2563 diezmilésimas de codo, o sea al número de días que componen el año sideral; el codo se dividía en 24 pulgadas piramidales y cada pulgada piramidal equivale a la cien millonésima parte del recorrido medio de la Tierra en un día.

De todos los infinitos meridianos que se pueden trazar en el globo terráqueo, el que pasa por el centro de la base de la Gran Pirámide es el que atraviesa mayor cantidad de tierras y, al mismo tiempo, el que divide la superficie terrestre de tal manera que la de los continentes y la de los océanos que quedan al este y al oeste de dicho meridiano son iguales. Además, el paralelo que pasa por el centro de la base es entre todos los paralelos del mundo el que atraviesa mayor cantidad de tierras.

El cuadrado que forma la base está orientado de modo que las medianas están dirigidas exactamente de Norte a Sur y de Este a Oeste; y, prolongando la mediana que corresponde a la línea Norte-Sur, el Delta del Nilo queda dividido en dos partes iguales. El Delta del Nilo describe un arco de circunferencia comprendido entre las prolongaciones de las diagonales de la base, y el centro de ese arco de circunferencia es el centro de la base.

El acceso al interior del monumento se verifica

por una galería inclinada sobre el horizonte de un ángulo igual a la altura del Polo y, por consiguiente, a la latitud de la Gran Pirámide.

Repetimos que lo expuesto es sabido y sólo hemos querido recordar algunas de las relaciones geométricas, astronómicas y geográficas que han influído para que algunos sabios, egiptólogos o astrónomos, supusieran que la Gran Pirámide no fuera construída como tumba de Keops, sino como exponente de la sabiduría egipcia.

Aunque estas relaciones fuesen simples coincidencias, la Pirámide no dejaría de ser el exponente del *ingenio* de Egipto, porque con la estructura más elemental, con una absoluta e irreductible sencillez de líneas, se ha obtenido la manifestación de una potencia enorme conseguida con proporciones armoniosas en dimensiones colosales. Esta manifestación de potencia es tan aplastante que frente a ella aun el hombre más grande se siente pequeño; y es precisamente por eso, porque nos empequeñecen, que estas manifestaciones del poder del ingenio nos parecen sublimes y nos fascinan al mirarlas.

Hemos citado la cúpula de la Iglesia de San Pedro, sueño de Bramante. «Yo tomaré la bóveda del Panteón —decía Bramante— y la alzaré sobre los arcos de la Basílica de Constantino».

Porque también la cúpula, como la pirámide, es la representación del cielo, del «coelum», pero el concepto que guió a los titánicos constructores es diferente, y conceptos diferentes dieron lugar a estructuras diferentes.

Como de la puerta trilite, o sea compuesta por dos jambas monolíticas y un dintel, se pasa a la puerta triangular en la que el peso no es soportado por el dintel sino por bloques inclinados, así del techo plano se pasa al techo piramidal. De esto al simbolismo no hay más que un paso. La base de la pirámide, orientada según los cuatro puntos cardinales, es la tierra; las cuatro caras laterales representan los cuatro elementos —el aire, el fuego, la tierra y el agua— que parten de la base, de la Tierra, para reunirse y fundirse en un todo en las

alturas y, viceversa, parten de las alturas, del punto más alto del «coelum», para esparcirse sobre la Tierra. Y el todo, la pirámide —inmensa mole maciza que recibía en su seno el cuerpo del Faraón— constituye el símbolo del alma que parte de la tierra y tiende a elevarse hacia el cielo, hacia la morada de los dioses.

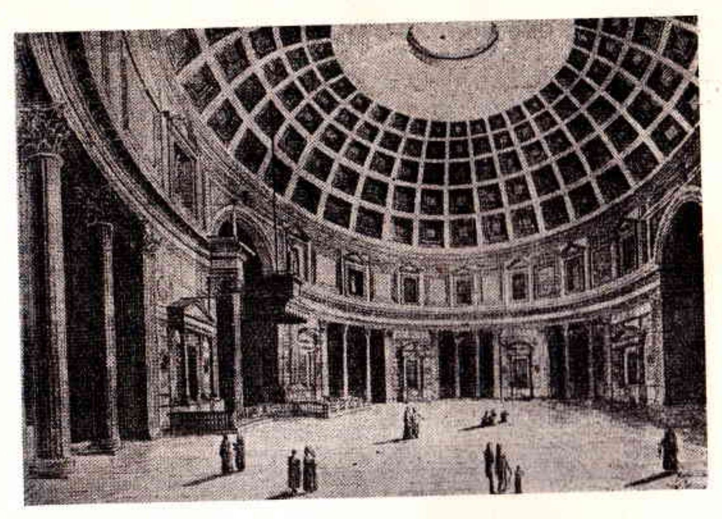
Muy distinto es el concepto de la cúpula. De la pirámide se pasa a la cúpula como del vano triangular se pasa al arco.

Imaginémonos el mundo en plena paz después de la batalla de Accio. Agripa ha vuelto con sus navíos de la batalla, ha distribuído en Roma dos mil trescientos diez y nueve millones de litros de agua por día, ha dirigido la medición de la tierra y ahora vuelve hacia el cielo su mirada de águila. Se propone atraer a todos los dioses a la ciudad y para eso construye un templo redondo, símbolo de la tierra, que será cubierto después con una cúpula, símbolo del cielo. Después de unir a todos los pueblos que formaban el imperio, desde el Golfo Pérsico hasta Escocia y desde el Mar Caspio hasta el Cabo Finisterre, Roma unía a todos los dioses «debajo de un mismo cielo».

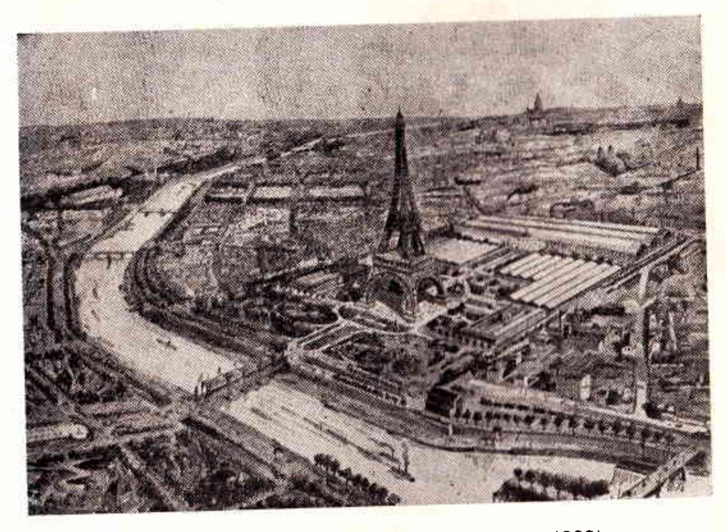
Mientras la Pirámide cubría el cuerpo del Faraón cuya alma subía al cielo, la cúpula del Panteón, lanzada a gran altura en el vacío sobre el vacío, cubría las imágenes de los dioses; ella no simboliza el alma del hombre que tiende al cielo, es el cielo que baja hacia los hombres; no es el hombre que se vuelve divino, es la divinidad que se vuelve humana.

Conceptos tan diametralmente opuestos entre Egipcios y Romanos, han obligado a estudios de estructuras diametralmente opuestos, a empleos de materiales distintos —piedras en las Pirámides, hormigón y ladrillos en el Panteón— y, como consecuencia de los distintos materiales y de las distintas estructuras, han surgido —como siempre sucede— estilos arquitectónicos distintos.

Un egipcio o un griego hubieran cubierto los 2500 metros cuadrados del área del Panteón con un techo plano, para lo cual —de acuerdo con las proporcio-



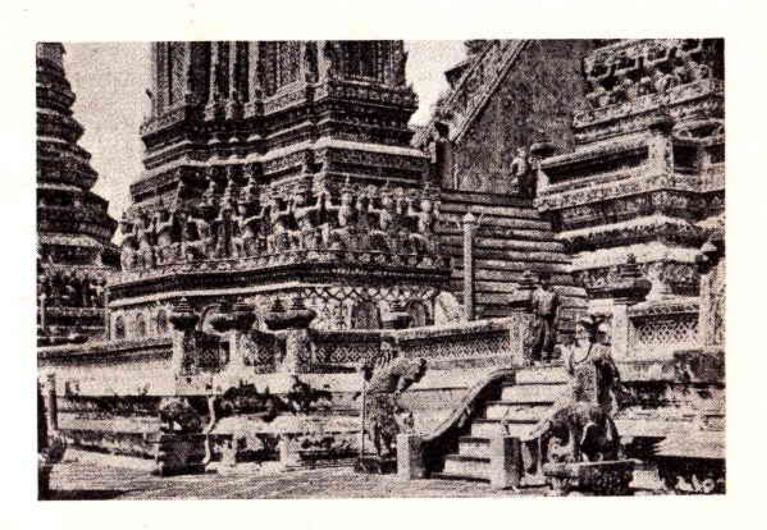
El panteón de Agripa en su estado primitivo.
(De una antigua estampa)



La Torre Eiffel. (De un grabado de 1888)



El Vat Arun sobre el Río Menam



Detalle del Vat Arun

nes de los templos egipcios y griegos— debían haber dispuesto por lo menos 48 columnas de 51 metros de altura. El romano no utilizó ninguna columna: al humanizar lo divino, lanzó a 51 metros de altura una cúpula maravillosa que resiste desde hace 2000 años al embate del tiempo y de los hombres, una cúpula que en el Renacimiento y en los tiempos modernos sirvió y sirve de modelo a todas las cúpulas, del mismo modo que el concepto de humanización de lo divino se ha extendido a todo el Occidente.

Por esto, ese tipo de construcción se difundió en la cuenca del Mediterráneo primero y a todo el mundo occidental después, mientras en el lejano Oriente se difundieron las pirámides, desde las pirámides de Tangior, de Chalembrun y del Ramesuran en la India, hasta las de los templos del Siam, una de las cuales —la del Vat Arun, o Templo del Sol Naciente en Bangkok— tiene en su perfil una curiosa semejanza con la Torre Eiffel.

Cuando Vico buscaba la etimología de «ingenio» y «cielo» y relacionaba esa etimología a las pirámides, faltaban 180 años para que el ingeniero Eiffel levantara la torre piramidal que lleva su nombre: —porque es conveniente notar de paso que mientras las tres grandes pirámides llevan los nombres de los Faraones que las mandaron levantar, la Torre Eiffel se conoce por el del ingeniero que la construyó.

La Torre Eiffel costó 7.800.000 francos y pesa 7.000.000 de kg., alrededor de 1.000 veces menos que la Gran Pirámide, si bien su altura es un poco más que doble.

No puede negarse que esa obra constituyó un buen negocio, porque sólo en el primer año arrojó una entrada por concepto de visitantes de 2.000.000 de francos, es decir casi un 30 % del costo, el cual fué rápidamente amortizado.

Sin embargo, el objeto que se perseguía no era el beneficio pecuniario; el ingeniero Eiffel ideó la torre para la Exposición Universal que tuvo lugar en París en 1889, como demostración de la posibilidad de elevar una construcción metálica a 300 metros de altura.

Actualmente nadie pondría en duda que esto sea posible, porque los problemas de la ingeniería no consisten ahora en saber si una obra puede o no llevarse a cabo, sino si su ejecución es conveniente desde el punto de vista económico.

No hay trabajos imposibles técnicamente, hay trabajos que económicamente convienen y otros que económicamente no convienen; el problema consiste en elegir, llevar a cabo los primeros y rechazar los segundos. He aquí la misión primordial de la ingeniería contemporánea, misión que difiere fundamentalmente de la del siglo pasado.

No es el caso de referir las discusiones que se promovieron a raíz del proyecto del ingeniero Eiffel, basta hojear los diarios de 1888 para convencerse que todo estaba en tela de discusión; el emplazamiento de la torre, la estética, el costo exorbitante, la inutilidad, la dificultad de la construcción. el peligro que representaría si llegara a ocurrir la caída: todo se discutía, pero la Torre Eiffel se construyó y actualmente no se concibe la ciudad de París sin la Torre Eiffel. Ella representa nuestra civilización, porque esa gran pirámide férrea, construída como una demostración del poder del ingenio, constituye el final de una larga cadena simbólica, que comienza en los peñascos amontonados en forma de pirámide por los Titanes para derribar a Júpiter de su trono.

Desde la pirámide de Keops hasta la pirámide de Eiffel, la primera de piedra y la segunda de hierro, la humanidad ha envejecido de decenas de siglos, el arte y la ciencia del ingeniero han realizado obras que hubieran llenado de asombro a nuestros antepasados y que dejan admirados a nuestros contemporáneos; pero, después de millares de años, siempre la suprema aspiración es hablar a la posteridad por medio de obras grandiosas y transmitirle el «ingenium» de la época.

El «ingenium» construído por «ingenieros» y simbolizado en una obra que desde el cuadrado, sólidamente arraigado a la Madre Tierra y símbolo de la misma Tierra, se eleva hasta el cielo, hacia lo sublime, por cuatro triángulos, símbolos de la perfección.

II

Egipto, Mesopotamia y China. — Primeras vías de comunicación. — Construcciones civiles y trabajos hidráulicos.

Los que en Mesopotamia intentaron construír la torre «cuya cúspide llegara al cielo» eran —según la versión bíblica— «hombres que venían del Oriente».

Y, de acuerdo con los anales chinos, en la «época del diluvio» habían llegado «extranjeros que venían del Nor-oeste» para poblar la tierra que se llamó después «Reino del Gran Esplendor» o «Celeste Imperio» o «Imperio del Medio».

Estos relatos legendarios —y la leyenda es historia poetizada— parecen corroborar la teoría primitiva, y al mismo tiempo la más moderna, que sostiene la unidad del género humano y ubica la cuna del mismo en la región comprendida entre el macizo de Pamir y el desierto de Gobi. Una expedición integrada por Roy Chapman Andrews y sus colegas del Museo de Historia Natural de Nueva York ha intentado buscar en esa región vestigios del hombre primitivo, de nuestro venerable antepasado, pero sólo encontró en el ángulo noroeste del desierto de Gobi restos de un animal antediluviano. Encontrar restos de un animal en la cuna del hombre no es por cierto muy halagüeño, pero por el momento no ha habido otro hallazgo menos deprimente.

Del macizo del Pamir nacen las aguas que afluyen a cuatro ríos: el Sir Daria, el Amu Daria, el Indo y el Tamir. El primero vierte sus aguas en el

Mar de Aral, el segundo desembocaba antiguamente en el Mar Caspio, el Indo termina en el Mar Arábigo, y por último, el Tamir se pierde en el desierto antes de llegar, como llegaba antiguamente, al Lob Nor.

Los valles de esos cuatro ríos deben haber sido las primeras vías de comunicación y de ellas se han bifurcado las otras rutas seguidas por las caravanas y que, después de millares de años, siguen las modernas carreteras y los modernos ferrocarriles.

Podemos imaginarnos, pues, las primitivas agrupaciones humanas descendiendo los valles hasta establecerse y «cristalizar» en regiones llanas y fértiles donde el ambiente modificó lentamente sus caracteres físicos y otorgó cualidades intelectuales y psíquicas diferentes.

Cuando el biólogo prepara un caldo de cultivo, sabe perfectamente que los microorganismos se desarrollan en mejores condiciones a una determinada temperatura, y trata que ese caldo de cultivo se mantenga a esa determinada temperatura porque una variación importante en la misma sería perjudicial.

El frío es inhibitorio para la actividad humana si no es combatido por medios que ha creado nuestra civilización; en el hemisferio Norte el frío deriva de las corrientes polares, de modo que los lugares más convenientes son los más preservados de las corrientes polares por mares o por cadenas de montañas. Por eso, mientras las agrupaciones menos afortunadas se dirigieron hacia el Norte y comenzaban una vida errabunda a través de las estepas, las más afortunadas encontraron regiones y climas más propicios al alcanzar los cursos inferiores del Hoang Ho, del Indo, de la Baja Mesopotamia y del Nilo.

Allí, en las fértiles llanuras donde desembocaban los grandes ríos, los nómades se transformaron en sedentarios y allí nacieron las primeras civilizaciones; la del Hoang Ho se mantuvo separada de las otras por el Desierto de Gobi y por las montañas del Pamir, pero las de Mesopotamia y del Delta del Nilo tuvieron contacto por el corredor comprendido entre el Mediterráneo y el Desierto de Arabia.

Las tradiciones y las leyendas egipcias se refieren a ese contacto, a esas comunicaciones anteriores a las primeras dinastías históricas y a la fundación de Menfis. Contaron los sacerdotes a Herodoto que para fundar a Menfis el primer rey Menés desvió hace 62 siglos el curso del Nilo y construyó muros de contención cuyos restos han desafiado los siglos. Terminados los trabajos de endigamiento y regularización, Menés hizo erigir un templo a Ptah, el «revelador», en el cual templo descansaba Apis, el buey sagrado, sobre un lecho de hojas.

Menfis —cuyo nombre egipcio Men-nefer significa «lugar del bien»— fué dotada de un gran puerto y su fortaleza rodeada de una muralla, la célebre «muralla blanca»; medio día de camino era necesario para recorrer Menfis de Norte a Sur. Era famosa en Menfis la «capilla verde», construída de un solo bloque de granito y destinada a albergar la estatua de oro de Chomsu, el dios de la luna.

Durante la primera y segunda dinastía, o sea hasta el siglo XXIX a. C., el Nilo llevaba a Egipto los productos de la Nubia y el Mediterráneo los de Chipre, Creta y la costa asiática; el comercio florecía y la larga era de paz pudo preparar la época de esplendor que se inició en la III Dinastía, o sea entre los siglos XXIX y XXVIII a. C. En la larga historia de Egipto las épocas de esplendor se alternan con las de decadencia en un ritmo secular; las primeras se caracterizan por la ejecución de grandes obras y duran unos doscientos años, las segundas se caracterizan por anarquía e invasiones y duran unos cuatrocientos años.

La figura más descollante de la época de esplendor correspondiente a la III Dinastía no es la de un Faraón, sino la de un artista y un sabio, una especie de «hombre del Renacimiento», ingeniero, arquitecto y médico, que se llamaba Imhotep.

Imhotep es el más antiguo constructor de pirámides cuyo nombre recuerda la historia, un lejano antecesor del ingeniero Eiffel.

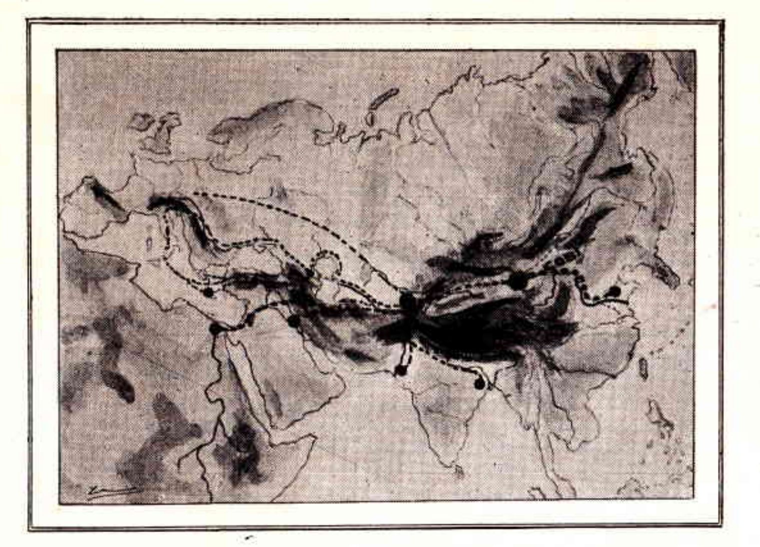
A Imhotep se debe, como ingeniero, la pirámide a escalones de Sakara, construída para el rey Zoser de la III dinastía; como arquitecto, la invención de la columna estriada —la columna femenina— en

la tumba que él proyectó para Imkás, la hija de Zoser; y, por último, como médico su nombre fué tan famoso y sus curaciones tan milagrosas que los egipcios lo divinizaron representándolo bajo la figura de un niño. Posteriormente, cuando la cultura egipcia pasó a Grecia, los griegos adoptaron a Imhotep como dios de la medicina, cambiando el nombre por el de Asclepio, el romano Esculapio.

La divinización de un sabio es un caso raro pero no único, puesto que hay otros ejemplos en el rey Gudea y en los emperadores chinos. Gudea, rey de Lagash en el Sinear y posterior de 4 siglos a Imhotep, fué también divinizado —y según algunos fué divinizado en vida— otorgándosele como atributos la regla y el compás, porque este rey pacífico, bondadoso y genial no se distinguió como sus antecesores y sucesores por actos de ferocidad y destrucción, sino porque fomentó las artes, construyó templos y excavó canales. El mayor timbre de gloria para un rey del Sinear era construir canales, tanto que la cronología comenzaba «desde el año de la construcción del canal X». Las comunicaciones, la agricultura, el desecamiento de pantanos y el saneamiento obligaban a llevar a cabo tales obras, de ahí su importancia y el reconocimiento público hacia el rey Gudea, el «rey-ingeniero». Cerca de 1000 km. de canales llegó a tener el Sinear cuya superficie no alcanza a 40.000 km.²; en la misma proporción, la llanura de la Pampa debía disponer de una red de 8.000 km. de canales.

Mientras en Mesopotamia se construían canales, en China se regularizaba el curso de los ríos y se divinizaba —según dijimos— a los reyes ingenieros.

Cuando Imhotep construía en Egipto la pirámide de Sakara, el primer rey del Reino del Gran Esplendor, el legendario Fo-I, hijo de una virgen, «desecó los pantanos, regularizó el curso de los ríos y descubrió las leyes de la música al inventar la cítara de tres veces nueve cuerdas». Eso relatan textualmente los anales chinos, describiéndonos con una ingenuidad encantadora la figura de un sabio que mientras deseca los pantanos y regulariza el curso de los ríos, inventa la cítara y descubre las leyes de la música.



Los recorridos de las primeras emigraciones



Imhotep

Los sucesores de Fo-I siguieron las obras de su divino precursor, porque Fo-I, como Imhotep y como Gudea, fué divinizado. Todo lo que Fo-I descubrió, inventó y construyó lo había visto escrito en el dorso de un dragón, por eso el dragón es el emblema del Ta Ming Kwo, el Reino del Gran Esplendor.

Hoang Ti, uno de los sucesores de Fo-I era médico e ingeniero como Imhotep, si bien posterior a él y contemporáneo de Keops.

Hoang Ti indicó la manera de descubrir metales, construyó carreteras y reunió largas observaciones sobre los signos que presenta el pulso, observaciones que dejó anotadas en los libros de medicina que escribió. Hoang Ti, dicen los libros sagrados, dividió el reino en 10 provincias, cada provincia en 10 distritos y cada distrito en 10 ciudades. Tomó un grano de mijo y a su medida lineal la llamó línea; 10 líneas formaron una pulgada; 10 pulgadas formaron un pie y 1000 pies formaron un li. Lo que demuestra que el sistema decimal que usamos en casi todo el occidente se usaba en China hace 47 siglos.

De los reyes sabios, sucesores de Hoang Ti, el más sabio fué Iao, «el rey más grande que hubo sobre la faz de toda la tierra».

Iao era contemporáneo de Gudea, y cuando Gudea construía canales en Mesopotamia, grandes crecientes se producían en China y las aguas amenazaban sumergir las ciudades. Eso lo relata el Shu King, el primero de los King —o sea de los cinco libros sagrados que recopiló Confucio—. Y en el Shu King se lee también que Iao clamaba:

«Regidores de las Cuatro Montañas, el pueblo su-
«fre por las aguas que avanzan. Ellas rodean los
«montes, han cubierto las colinas, se levantan cada
«vez más olas inmensas y amenazan cubrir la tierra.
«El pueblo de la llanura se ha llenado de terror
«y pide que lo socorramos. ¿Quién mandaremos en
«su ayuda?

«Y los Regidores de las Cuatro Montañas con-
«testaron:
«Manda a Kwan.

«—Nó —respondió Iao— Kwan no respeta las
«órdenes.
«—Manda a Kwan —repitieron los Regidores de las
«Cuatro Montañas—. Así verás lo que sabe hacer».

Y Kwan trabajó nueve años en abrir canales para que las aguas corrieran hacia el mar.

Indudablemente Iao era un gran rey, porque solamente un gran rey es capaz de emprender grandes trabajos y al mismo tiempo escuchar personalmente las quejas del pueblo recorriendo las 10 provincias los 100 distritos y las 1000 ciudades. Iao tenía delante la puerta de su alojamiento, en cualquier lugar que se encontrara, un tambor y una tablilla; el que deseara que se le hiciera justicia escribía su pedido en la tablilla y golpeaba en el tambor: «entonces —dice el Shu King— salía Iao y hacía justicia».

Por eso cuando murió Iao el pueblo «vistió las blancas vestiduras y estuvo de duelo tres años seguidos», lo que nunca se había hecho antes; y su sucesor Shun dijo a los Regidores de las 10 provincias:

«¡Recordad las virtudes de Iao! Tratad humana-
«mente a los extranjeros, instruíd a los que habitan
« en nuestro país, honrad a los hombres de ingenio,
« confiad en los buenos, no tratéis con los malva-
«dos. No dejéis de lado a los sabios, sed pacíficos
« no maltratéis ni despreciéis a los pobres y a los
«infelices que no pueden quejarse, cuidadlos, no
«los abandonéis. Estas fueron las virtudes del gran
«Iao, recordadlas siempre y seguidlas».

Shun continuó las obras de su gran antecesor y poniendo en práctica lo que aconsejaba, «honró a los hombres de ingenio y no dejó de lado a los sabios» al tomar como consejero y como ejecutor de las obras a Iu, quien fué elegido rey a la muerte de Shun, en el 2208 a.C.

Para comprender la elección de esta serie de reyes ingenieros, debe recordarse que el «Reino del Gran Esplendor» es un inmenso lecho de ríos en que las aguas del Hoang Ho arrastran enormes masas de aluvión. Estos aluviones son tan grandes que

una antigua isla, la de Shan Tung, se ha transformado en una península al unirse al continente.

Los desiertos que rodean al «Reino del Gran Esplendor» están cubiertos por un polvo amarillento y arcilloso que el viento levanta, transporta y deposita. En el curso de los siglos se ha formado una capa de 400 a 500 metros de espesor de esa tierra amarillenta y arcillosa que en geología se llama «loess». El loess se forma por la descomposición de las rocas más duras y es pulvulento cuando es seco y limoso cuando es húmedo; sobre esta enorme capa de loess depositada en el «Reino del Gran Esplendor» las montañas emergen «como islas sobre el mar».

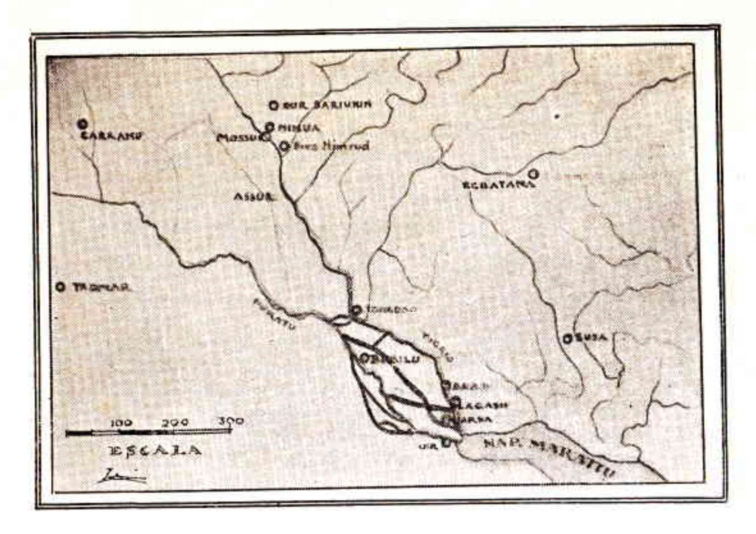
Las aguas que atraviesan el loess adquieren el mismo tinte amarillento, y el hombre se relaciona tanto con esa tierra amarilla en que está como arraigado, que el campesino, el campo y la habitación en que vive se asemejan entre sí; en esta región del mundo todo adquiere un tinte uniforme, todo es amarillo debajo de un velo amarillento.

En otras partes del mundo un curso de agua es fuente de actividad y de vida: «ubi aqua, ibi vita», pero en el curso inferior del Hoang Ho es necesario luchar contra la furia del agua para mantener la vida.

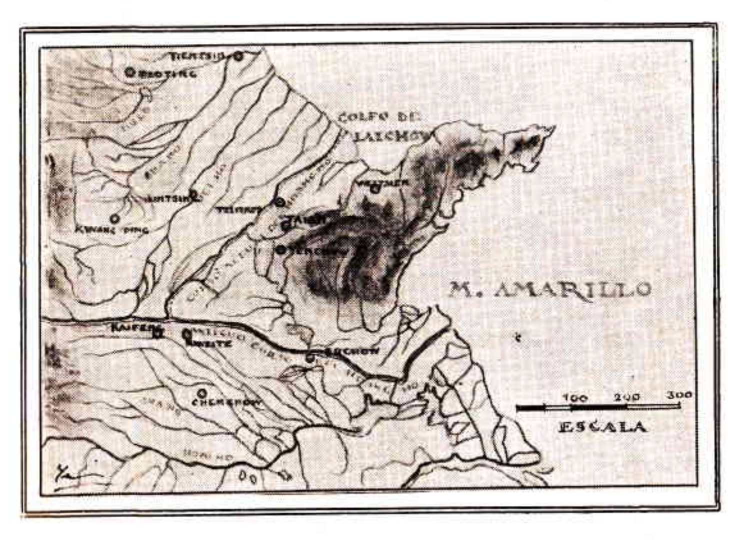
El Hoang Ho se precipita desde las montañas del Tibet en cascadas formidables, describe un gran arco alrededor del desierto de Mongolia, y arrastrando la tierra amarillenta, la va depositando en su lecho a medida que el curso del río se hace más lento. De este modo, poco a poco, el fondo del río aumenta de nivel y el cauce se ensancha.

Cuando sobreviene una lluvia intensa, una de esas lluvias torrenciales que suelen sobrevenir en aquella región, todo queda sumergido y destruído: cosechas, casas y habitantes. Ésta es la obra del Hoang Ho.

Los doscientos millones de seres humanos que viven en su cuenca, luchan desde hace 45 siglos contra ese «río terrible», contra esa maldición de la naturaleza, construyendo digas de 20 a 30 metros de altura con un espesor que varía de 40 hasta 120 metros. Las digas son de tierra arcillosa, armadas con varas



Los principales canales y ríos de la Mesopotamia



La red de ríos y canales en el curso inferior del Hoang Ho

de sorgo entrelazadas: para la conservación de estas digas se ha mantenido constantemente un ejército de obreros formado por sesenta mil hombres.

Una de las glorias de Iao, según se ha referido, consistió precisamente en el intento de regularizar el curso de las aguas y, desde entonces, todo rey celoso del bienestar de su pueblo ha continuado la lucha titánica contra «el río terrible».

Diez veces desde 600 años a. C. hasta ahora el Hoang Ho ha cambiado su desembocadura desde el Norte hasta el Sur del Shan Tung y viceversa. En 1853 desembocaba en el Golfo de Pechili, pero rompió una diga en la orilla derecha y, precipitándose por la abertura, cambió de curso devastando todo lo que encontraba a su paso. Cinco millones de personas encontraron la muerte debajo de sus aguas amarillas y ciudades enteras fueron sumergidas antes que vertiera sus aguas al Sur del Shan Tung, en el Mar Amarillo.

Veinte y cuatro años después, en 1877, se rompió una diga en la orilla izquierda, el Hoang Ho cambió nuevamente el curso y sus aguas volvieron al Golfo de Pechili; pero, si bien causó nuevas devastaciones, el desastre fué menor: se ahogaron tres millones de personas, nada más.

Todo esto explica por que el gran Iu, otro de los reyes-ingenieros quien, según dijimos, sucedió a Shun del cual había sido consejero y ejecutor, el gran Iu —decía— hizo esculpir en el Yang Shan, el Monte Sagrado, la siguiente inscripción:

«El Venerable Emperador (se refiere a Shun) me «dijo: Oh, mi ayuda y mi consejero, las grandes y «pequeñas islas están inundadas hasta sus cumbres, «todos los nidos de las aves y todos los seres vivien- «tes están sumergidos. Detén las aguas y levanta las «digas. Y yo obedecí: abandoné mi familia por mu- «cho tiempo y con la prudencia y con el trabajo sa- «cudí los espíritus. El corazón no contaba las horas, «el trabajo era mi reposo, las montañas de Oa Io, «Tai y Yang han sido el principio y el fin de mis «empresas. Y cuando he terminado las obras he ofre- «cido un sacrificio para agradecer al Gran Dios.

«Ahora descanso en la cumbre del Io Lu. Cesó la «aflicción, la confusión de la naturaleza ha termina- «do, las grandes aguas que venían desde el medio- «día corren hacia el mar; el pueblo podrá fabricar «sus vestidos de tela y preparar sus alimentos; los «diez mil reinos gozarán la paz y vivirán contentos».

Es éste el documento más antiguo del mundo en que se relatan los resultados obtenidos por obras de ingeniería y se refiere a trabajos realizados hace cuarenta y tres siglos. Fué esculpido en caracteres chinos antiguos, llamados «cao teu», en una montaña al Norte de Hancou, en un mundo distinto del nuestro donde un «río terrible» había sumergido los «nidos de las aves». Y no se sabe si en él debe admirarse más la energía del ingeniero velada bajo las frases poéticas o la bondad que se refleja en la satisfacción que aquél experimenta al ver que su virtud dominó el furor de las aguas y que «los diez mil reinos gozarán la paz y vivirán contentos».

Los descendientes de Iu no fueron dignos de sus ilustres antepasados; como sucede siempre, después de una época de intensa actividad constructiva sobrevino en China una época de decadencia. La dinastía que empezó con Iu degeneró hasta el decimoséptimo emperador cuyo nombre era Kwei quien en 1763 a. C. fué arrojado del trono por Chang con el cual empezó una nueva dinastía.

La decadencia no se produjo solamente en China; ha habido un período de decadencia general en el Oriente, período que se inicia en China y en Mesopotamia por el siglo XX a.C. y en Egipto en el siglo XIX. Dos invasiones, una de indoeuropeos en Mesopotamia y otra de hordas asiáticas —los hicsos o reyes pastores— en Egipto, tuvieron como resultado sumergir en la barbarie a ambas regiones anulando las sabias leyes de Hamurabi y de los llamados *Faraones legistas.*

A uno de estos Faraones —y según parece a Amenemhet III— corresponde la construcción del llamado «Lago de Meris» —el actual Birka el Kerun o Lago de los Ciervos— y el famoso Laberinto situado en sus orillas, destinado a templo funerario de Amenemhet. Para el Lago de Meris se construyó un canal —el Canal de Jussuf— derivado de la

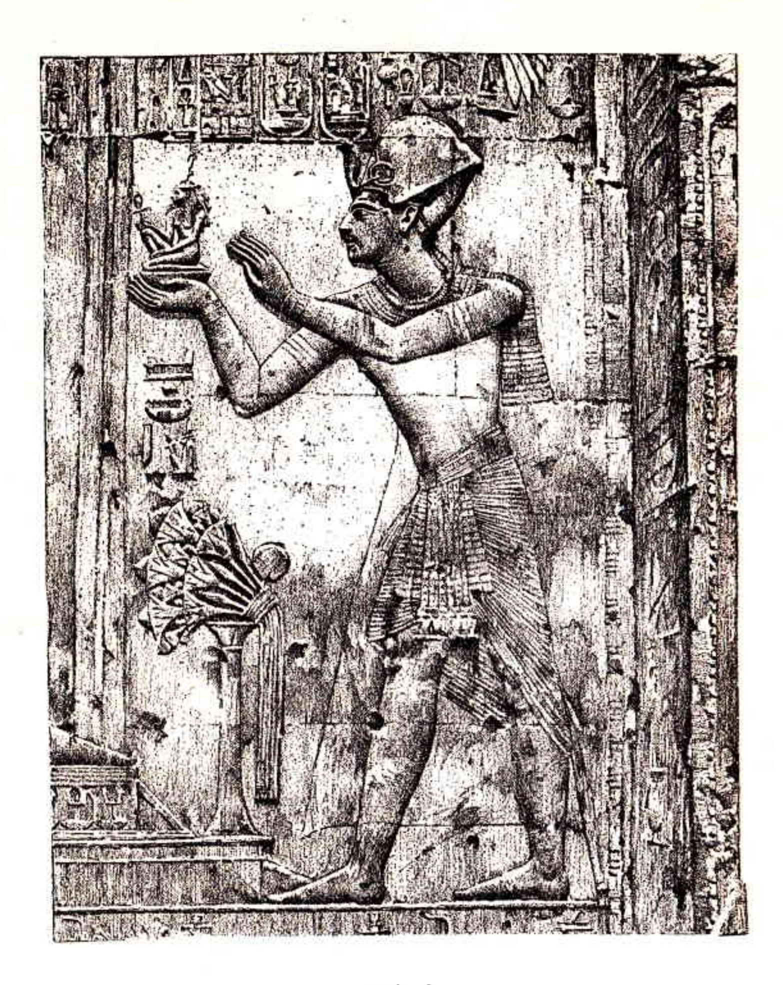
orilla izquierda del Nilo hasta el bajío de Fayum (Phion en egipcio quería decir «lago») y cerrando después las aguas por digas en la zona sureste. El lago así formado constituyó un inmenso depósito de unos mil kilómetros cuadrados de superficie y unos cien metros de profundidad y servía a subsanar la desigualdad de las crecientes del Nilo; en el lago, cuya capacidad era de unos cien mil millones de metros cúbicos, se recogían las aguas del Nilo cuando la creciente era excesiva y se esparcían en el valle por canales emisarios llevando con ellas la fertilidad y la abundancia. Fueron edificadas en las orillas del lago una serie de ciudades: Caranis, Chemen nesu, Dionisas, Crocodilópolis, la ciudad santa, sede del culto de la divinidad de cabeza de cocodrilo, transformada diez y siete siglos después en una gran ciudad por Tolomeo Filadelfo, y denominada —como la región— «Arsinoe» por el nombre de la reina.

Pero la decadencia y la invasión sobrevinieron en Egipto en el siglo XIX, según dijimos, y los anales de Oriente enmudecen hasta que, expulsados los hicsos —esa «peste asiática»— los dominados se volvieron dominadores y a la invasión bárbara y a la decadencia sucedió la época del Renacimiento y de las grandes construcciones.

Cincuenta años después de la expulsión de los hicsos, por el 1530, Tutmés I comienza el gran templo de Karnak alrededor de un pequeño templo construído mucho antes por Usirker; la hija y sucesora de Tutmés levanta en el templo los dos grandes obeliscos, el célebre arquitecto Semnut construye el «sublime de los sublimes» o sea la tumba de Hatshepsut, y el sucesor de Hatshepsut inicia en 1482 las obras de la gran sala hipostila.

Amenofis III, biznieto de Tutmés III, comienza la construcción del templo de Luksor mientras en un verdadero fervor constructivo las residencias y los palacios privados se multiplican y se llenan de riquezas.

Termina con Tut-Ank-Amón la XVIII dinastía y comienza la XIX. En el corto reinado de Ramsés I se inician las obras de la Sala de las Columnas en Karnak, y su sucesor, Seti I, construye el canal co-



Seti I

nocido por «Canal de Seti» que uniendo un brazo del Nilo con el Mar Rojo, ponía por primera vez en comunicación, hace treinta y tres siglos, el Mediterráneo con el Océano Indico.

El «Canal de Seti» unía Bubastis, la actual Tel Basta, con el Lago Timsah a través del Uadi Tumilat siguiendo aproximadamente la misma dirección que sigue en nuestros días el canal llamado «de Ismailia».

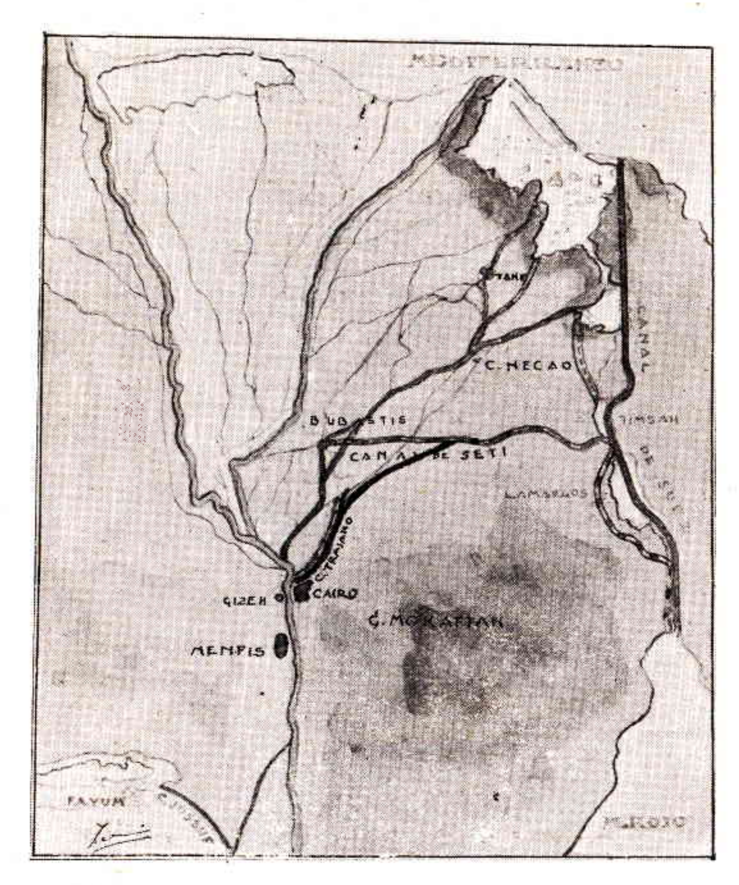
La navegación se hacía desde el Mediterráneo por el Nilo hasta Bubastis, de aquí por el canal hasta el Lago Timsah que se unía después con el Mar Rojo a través de los Lagos Amargos.

El canal se cegó durante la decadencia, fué vuelto a abrir en el 630 a.C. por Necao, quien le agregó otro brazo, y terminado por Darío cuando los Persas se apoderaron de Egipto. Los Tolomeos lo cuidaron y mejoraron tanto que, poco antes de la Era Cristiana, Estrabón vió el Canal lleno de buques. Los emperadores romanos, y sobre todo Adriano, lo aumentaron considerablemente, pero durante la dominación árabe lo dejaron deteriorarse hasta que la navegación cesó en el año 775 bajo el califato de Abu Giafar Al Manzor.

En resumen, el Mediterráneo fué unido al Mar Rojo durante 20 siglos, y esa unión se cortó durante 11 siglos, desde el 775 hasta el 1869, cuando el Canal de Suez vino a substituir el de Seti y de Necao.

El sucesor de Seti, Ramsés II, después de sus campañas en Asia, continúa las obras del templo de Luksor y levanta el conocido por el nombre de «Ramseum», erigido en honor de Amón, el dios que acompañó a Ramsés en la batalla de Kadesh. En la batalla de Kadesh, librada en 1295 a.C., Ramsés se encontró aislado y rodeado por los hititas mandados por Mutalú; Ramsés se defendió con el furor de la desesperación y «con la ayuda de Amón» pudo salvarse.

El episodio dió motivo a un poema egipcio, una especie de Iliada cuyo autor fué Pentaur, y está relatado en los geroglíficos del Ramseum donde hay una frase, que se repite en los arquitrabes como un lamento y un reproche:



Esquema de las obras hidráulicas en el Bajo Egipto

«Yo me encontraba solo y nadie estaba conmigo».

Y al repetirla nosotros también, recordamos otra frase semejante escrita más de 30 siglos después por Rilke, el poeta alemán:

«En las cosas más graves e importantes, nos encontramos solos, indeciblemente solos».

Pero con Ramsés estaba Amón, y por eso levantó el templo en su honor.

Como se comprenderá no entramos a describir un templo porque eso nos apartaría de nuestro objeto al llevarnos al campo de la Historia del Arte, pero como no deja de causar asombro al técnico, al artista y al profano el pensar en la forma como se han transportado y colocado en su sitio piezas enormes cuyo peso es de decenas de toneladas, conviene hacer un breve análisis de estos trabajos.

Uno de los obeliscos, hechos colocar en Karnak por la reina Hatschepsut, por ejemplo, el más alto que se conoce, fué cortado en el monte Rojo cerca de Assuan, esculpido y transportado a Karnak en solo siete meses.

Los capiteles de las columnas centrales del mismo templo tienen una altura y un diámetro en la base de 3,60 m.; el diámetro superior es de 7 m., son de una sola pieza y el peso de cada uno es de unas 120 toneladas. Otro tanto pesan los arquitrabes cuya altura es de 2 m. y cuya longitud es de 9 m.; los arquitrabes de las naves laterales son más pequeños, su peso es de sólo 90 toneladas.

Para comprender lo que significa solamente el trabajo de colocar los capiteles y los arquitrabes de las 134 columnas de la sala hipostila, haremos una comparación: en el siglo pasado se transportó a París desde Egipto el obelisco de Luxor y se levantó en la Plaza de la Concordia utilizando «los medios mecánicos más perfeccionados de la moderna ingeniería» según la frase de los diarios de la época.

Y fué tan admirable la utilización de esos medios mecánicos que se decidió perpetuar el recuerdo de la magna operación haciendo construir un modelo en pequeño de las máquinas, de los operarios, de las maestranzas y del obelisco, colocando dicho modelo en el Museo de la Marina, porque la Marina había contribuído eficazmente a la operación.

Y bien, ese obelisco cuya colocación en el Siglo XIX d. C. constituyó una obra maestra de la ingeniería, pesa 107 t., es decir menos que uno solo de los capiteles del templo de Karnak. Puede deducirse fácilmente la maestría que tuvieron que desplegar los ingenieros de hace 35 siglos para transportar y colocar en obra tales monolitos.

Y esa maestría debía ser tanto mayor por cuanto en las pinturas y grabados no aparece ninguna clase de máquina. Se ha deducido de esto que las únicas máquinas simples usadas por los egipcios debían ser la palanca y el plano inclinado y la única máquina compuesta era el hombre.

Es sabido que el rendimiento muscular del hombre —considerado como máquina— es del 34%, lo cual indica un buen rendimiento siempre que se sepa usar y cuidar y siempre que las condiciones económicas permitan un uso ventajoso.

El ingeniero Legrain, encargado por el Servicio de Antigüedades para restaurar los grandes templos de Tebas, tenía todas las máquinas modernas a su disposición, pero las empleó raramente para levantar capiteles, arquitrabes y columnas caídas; prefirió llenar el edificio de tierra construyendo un gran terraplén en suave pendiente y por el plano inclinado formado por esa pendiente subió los bloques de varias decenas de toneladas, usando así el mismo procedimiento que con toda probabilidad se usó hace treinta y cinco siglos.

La colocación de un bloque sobre el otro se efectuaba interponiendo entre ambos bolsas de arena, las perforaciones que se hacían en las bolsas dejaban asentar lentamente el bloque superior sobre el inferior a medida que salía la arena; unos rodillos que se quitaban a último momento permitía retirar las bolsas vacías.

Estos procedimientos usados 1300 años a.C. fueron los mismos que se pusieron en práctica por los constructores de la Pirámides 1700 años antes y corresponden a los que puso en práctica Legrain 3200 años después, en plena era de las máquinas.

Para colocar los obeliscos se subían por una rampa con suficiente inclinación (un 10% aproximadamente) hasta el extremo de la misma rampa, en que ésta terminaba verticalmente. El obelisco, dispuesto horizontalmente, sobresalía más de la mitad de ese extremo y un movimiento en báscula lo hacía caer a plomo en la escavación ya practicada al pie de la rampa.

El transporte hasta la obra se hacía sobre rodillos o sobre trineos por caminos en pendiente construídos a propósito; ya dijimos que los bloques de las Pirámides se transportaron desde los Montes Mokkatan por un camino empedrado y un puente sobre el Nilo construídos a propósito.

Un grabado egipcio nos muestra un conjunto de 172 hombres arrastrando un trineo sobre el cual hay una estatua monolítica cuyo peso no debía ser menor de 100 toneladas. Ese arrastre sólo sería posible en horizontal admitiendo un coeficiente de rozamiento de un 6 ó 7 %, pero como dicho coeficiente es mucho mayor, debemos suponer que los caminos que se construían de las canteras a las obras debían ser en pendiente, y en pendiente tanto más acentuada cuanto mayores eran los bloques a transportar.

La vía que une Coptos con el Mar Rojo —vía que ahora sigue el trazado de la línea férrea— se llamaba antiguamente «vía de Rohanu» por el nombre del valle que atravesaba. En el valle de Rohanu hay muchas inscripciones, las más antiguas pertenecen al final de la V Dinastía, las más modernas a la época del imperio romano: treinta siglos de historia grabados en la roca.

Una de estas inscripciones dice que se mandaron a Tebas 8565 hombres para transportar el material para la construcción de grandes edificios; esa cantidad de hombres se componía —dice la inscripción— de 3000 soldados, 2000 mercenarios, 2565 hombres para el transporte sobre trineos del material, 800 israelitas y 50 conductores de carros para los víveres; cada carro era tirado por doce bueyes. Iban también en esa caravana —continúa diciéndonos la inscripción— muchos artesanos expertos, entre los cuales se contaban 150 picapedreros.

El transporte debía verificarse a lo largo de unos cien kilómetros y la simple enumeración muestra la exigüidad del número de carros para víveres con relación a casi 9000 hombres en marcha, máxime si se tiene en cuenta que debía transportarse, además de los víveres, el agua para las 9000 personas y los 600 bueyes.

Esta inscripción es de la época de la decadencia que siguió a las grandes construcciones; los grandes edificios para los cuales se transportaba el material no se levantaron nunca y el 10 por ciento de los componentes de la caravana murieron por el camino. Como término de comparación debe notarse que de los 120.933 individuos, que desde marzo del 1861 hasta marzo de 1862 intervinieron en la construcción del canal de Suez, sólo murieron 23.

Porque la decadencia que empezó prácticamente a la muerte de Ramsés II en el 1300 a. C. trajo aparejado, como siempre suele suceder, el menosprecio del elemento humano y con el menosprecio el descontento.

En la época del sucesor de Ramsés II, Meneptah, época en que probablemente tuvo lugar el Exodo bíblico, los cuadrilleros egipcios maltrataban a los capataces y a los operarios israelitas, según se lee en el Exodo mismo.

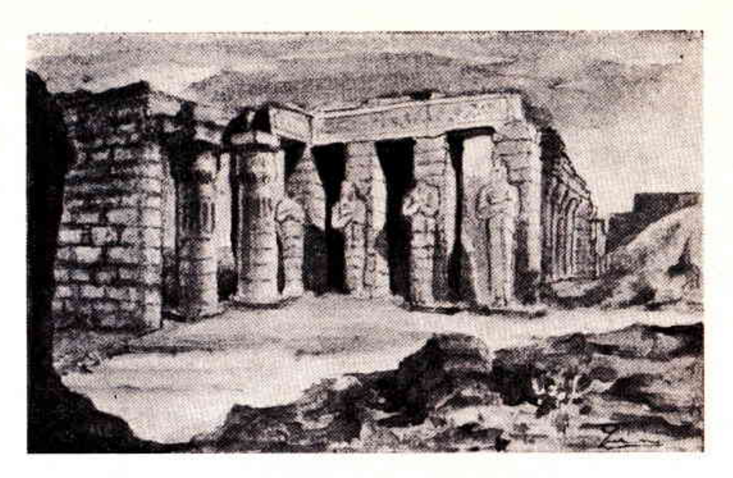
«Y los apremiaban diciendo: Acabad vuestra obra.

«Y azotaban a los capataces de los hijos de Is-
«rael que los cuadrilleros habían puesto sobre ellos
«diciendo: ¿Por qué no habéis cumplido vuestra
«tarea de ladrillo ni ayer ni hoy como antes?».

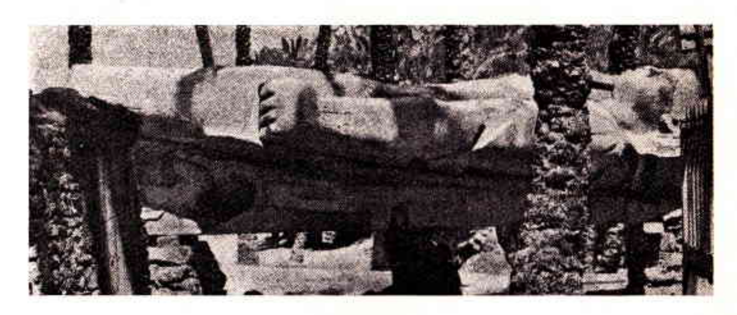
Los obreros y los capataces se quejaron ante el Faraón, pero éste los trató duramente recriminándoles:

«Estáis ociosos, sí, ociosos. Id, pues ahora y trabajad».

Debe compararse esa orden del siglo XIII a.C. con la dada por Micerino 1400 años antes: «no se haga trabajar a nadie a la fuerza, sino a aquéllos que quisieran hacerlo voluntariamente» y se llegará a la conclusión que si no se cuidaba más en la forma debida la «máquina hombre», no debe causar extrañeza que esa máquina ya no produjera obras dignas de ser recordadas.



El "Ramseum"



La estatua caída de Ramsés en Menfís

De las tres grandes épocas de esplendor quedan en cambio las Pirámides, los hipogeos y los grandes templos; las Pirámides como expresión de la sabiduría, de lo mental, los hipogeos y los grandes templos como expresión de lo anímico, de lo espiritual; y el todo —Pirámides, hipogeos y templos— imponente manifestación de fuerza y de potencia antigua, frente al empuje de los Pueblos del Mar.

En vano los sucesores de Ramsés II, desde Meneptah hasta Ramsés III, tratan de contener las invasiones; los Pueblos del Mar, después de desmenuzar el Imperio Hitita, vuelven con la insistencia y la furia del oleaje. Y son sículos, sardanos, dardanos, tirrenos, filisteos que se precipitan sobre el Delta.

«Ni un sólo país puede mantenerse firme —dicen « los anales egipcios— Kodi, Karkemish, Arvad, Ala- « sia han sido arrasadas. Llegaron llevando el fuego « ante ellos hasta Egipto. Sus principales apoyos son « los filisteos, los sículos, los sagalasios, los dánaos. « Todos estaban hermanados y con sus manos enla- « zadas habían envuelto países tan dilatados y dis- « tantes como el círculo que envuelve la Tierra».

¡Qué lejano el tiempo en que los poetas cantaban las victorias de Ramsés!

Ahora Ramsés II ha muerto y su enorme estatua yace entre las palmas del desierto. Cerca corren las aguas del Nilo y su murmullo parece traer el eco de la frase repetida en los arquitrabes del templo como un lamento y un reproche:

«Yo me encontraba sólo y nadie estaba conmigo».

☆

III

Los indoeuropeos. — Las murallas ciclópeas. — Las construcciones en Asia Menor y en las civilizaciones Troyano-insular y Greto-micénica

Gran parte de los Pueblos del Mar que, según los Anales Egipcios, estaban todos "hermanados", pertenecían a un conjunto de pueblos a quienes los antiguos, con nombre genérico, denominaron "Pelasgos", atribuyéndoles las primitivas construcciones megalíticas en las costas de Asia Menor y especialmente en Creta, la isla cantada por Homero, como

...poblada por innumerables gentes,
donde tienen su sede los cidones
y los divinos pelasgos...

Los *divinos pelasgos* eran considerados como una raza de navegantes y de ingenieros "más antiguos que los antiguos griegos", para quienes aquéllos eran tan fabulosos como los Titanes y los Cíclopes, tan fabulosos que a los muros gigantescos los llamaron, y nosotros los llamamos aún, "muros pelásgicos" o "muros ciclópeos".

"Entonces vinieron los grandes Cíclopes —canta Baquílides en su Oda X al referirse a las murallas de Tirinto— y levantaron los bellísimos muros de la ilustre ciudad".

La expresión de potencia de las estructuras egipcias hubiera resultado aplastante con piedra desnuda, por

eso fué transformada por medio de las formas de sostenes vegetales dada a los elementos, utilizando flores, hojas y cálamos lucientes de plantas lacustres.

Es sabido que la flor más empleada como motivo de decoración, y no sólo en el Egipto sino en todo el Oriente, era el loto, la "flor del olvido", la flor mística por excelencia porque su corola semeja la imagen del Sol y el movimiento de sus pétalos parece regular el curso del astro del día.

Cuando una ola de misticismo invadió Europa, en la Edad Media, se usó en las construcciones occidentales otra flor, mística como el loto: la rosa. Los poetas cantaron a la rosa, desde el "Roman de la Rose" de Guillaume de Lorris y la "Rosa fresca aulentissima" de Ciullo D'Alcamo —el primer poeta que escribió en italiano— hasta la "Rosa de los Beatos" de Dante.

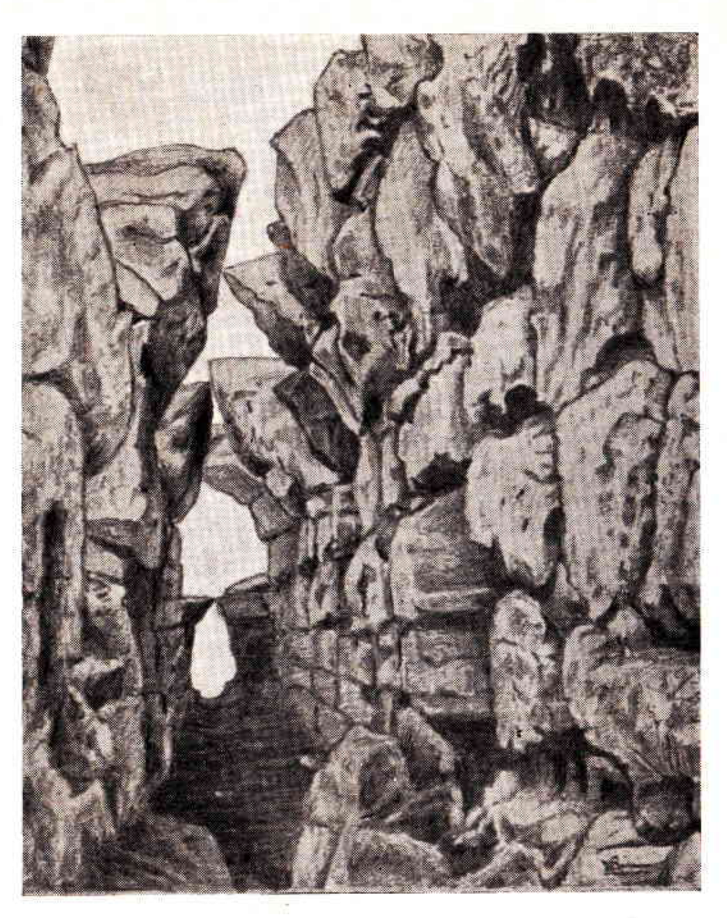
Y las severas catedrales se adornaron de rosas estilizadas y de rosetones.

El loto y la rosa, "flores entre las piedras", caracterizan el Oriente y el Occidente.

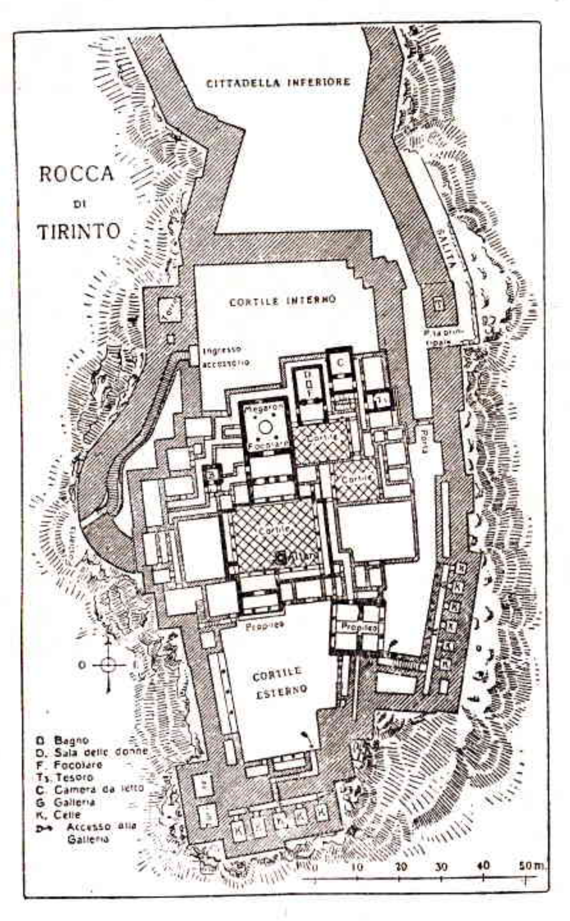
Decíamos, pues, que las decoraciones de plantas, hojas y flores, estrechadas en haz por largas cintas coloreadas de papiro en un desfile de graciosa decoración policroma, anulaban con el esplendor de los colores el tétrico aspecto de las obras megalíticas. Ese tétrico aspecto que nos ofrecen las construcciones pelasgas y de las cuales tenemos un ejemplo característico en las murallas de Tirinto, cantadas por Baquílides y contemporáneas al templo de Karnak; murallas que se yerguen aún ante nuestros ojos terribles y amenazadoras.

Los "bellísimos muros de la ilustre ciudad" tenían un espesor medio de 8 metros y una altura de 25 metros. Eran construídos con enormes piedras superpuestas, algunas de las cuales tenían tres metros de largo por un metro y medio de altura y otro tanto de espesor, con un peso de casi 20 toneladas. Y hay en toda la muralla exterior más de treinta mil grandes piedras, sin contar otras más pequeñas para llenar los intersticios.

La muralla es del tipo de muro pelásgico —o ci-



Primer tipo de muralla pelásgica. Corredor meridional de la ciudadela de Tirinto



Ciudadela de Tirinto



Segundo tipo de muralla pelásgica. Restos de murallas en Amiternum

clópeo— más antiguo; posteriormente las piedras se cortarán y se les dará una forma más regular, hasta que, por último, en el tercer tipo de muro pelásgico, la piedra tomará la forma de un paralelepípedo y se alisarán las caras vistas.

Las murallas de Micenas presentan los dos primeros tipos de muros, indicio que fueron construídas en dos épocas distintas; en la parte de muro más moderno se abre la famosa "Puerta de los Leones", el dintel de la cual es un monolito de 30 toneladas, con 5 metros de largo por 2,5 de ancho y un metro de altura en su centro. Sobre el dintel, y como triángulo de descarga, hay un bajorrelieve donde están esculpidos una columna y dos leones rampantes.

El motivo del bajorrelieve es asiático; en Frigia, y precisamente en Ayzin, existe un sepulcro sobre cuya abertura hay esculpidos una columna central y dos leones rampantes laterales, es decir el mismo motivo de la puerta de Micenas. Los leones rampantes constituyen un motivo muy repetido en Frigia, donde fué llevado por los Hititas quienes lo importaron a su vez de Mesopotamia. En un templete de Arslan Kaia hay también dos leones rampantes en un bajorrelieve, pero la columna está substituída por una figura muliebre, tal vez la diosa Cibeles.

Ese motivo frigio, transplantado en Grecia nos indica uno de los caminos (Mesopotamia, Khati, Frigia, Egeo) por la cual la cultura asiática penetró en el Mediterráneo.

Y en toda la costa del Mediterráneo los Pelasgos edifican ciudades amuralladas; esa raza de gigantes horadó las montañas y extrajo los metales, la posteridad imaginó que la linterna que los mineros llevaban en la frente fuese un enorme ojo que desgarraba las tinieblas y creó el mito de los Cíclopes. Arrancó las piedras de las entrañas de la tierra y sembró las costas y las islas de murallas: eran pelasgas Troya, Micenas, Tirinto, Cnossos, Festo: los reinos de Argo, de Sición, de Tebas, todas las islas del Egeo, todas las ciudades de los Tirrenos y de los Sículos eran pelasgas.

Homero llama a Júpiter "el pelasgo Zeus", el más antiguo oráculo: el de Dodona en el Epiro, era pe-



Tercer tipo de muralla pelásgica. Puerta de los Leones de Micenas



Leones rampantes en Arslan Kaia



Leones rampantes en Ayzin

lasgo; sus héroes se llamaron Perseo, Orfeo, Hércules, Castor, Pólux, Prometeo, Argonáutas, Cíclopes y Titanes.

Los muros de la Acrópolis de Atenas son pelásgicas, y sobre una de las siete colinas que se levantan en la orilla izquierda del Tíber los Pelasgos erigieron un fuerte y llamaron a ese fuerte "Roma"; nombre que en su lengua quería decir precisamente "fuerte". Y allí, ese pueblo a quien se le atribuía un poder magnético en la mirada, ese pueblo de mirada de águila y garras de león, ese pueblo que osó desobedecer y rebelarse a los dioses, descansó antes de volver a emprender bajo la maldición divina su peregrinación eterna.

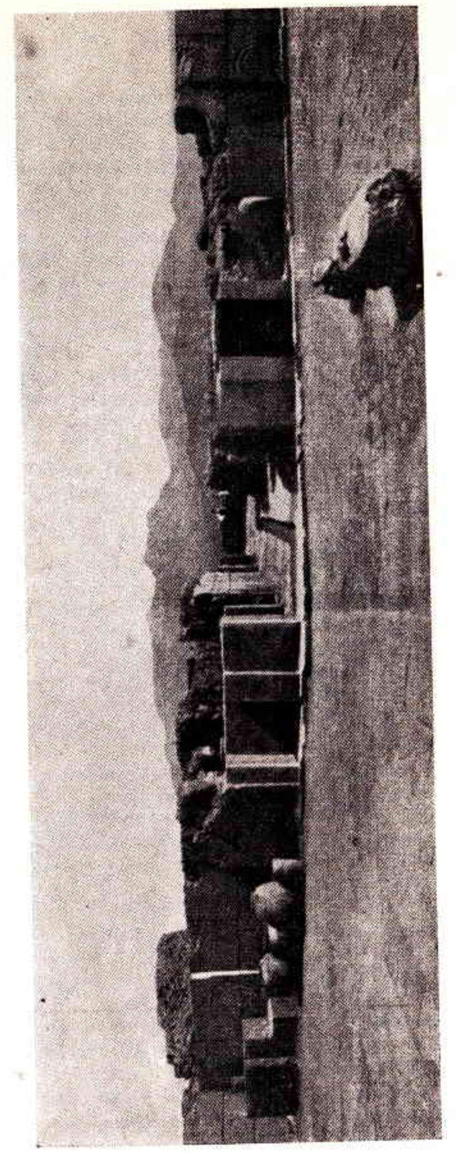
Porque, cuando grandes desventuras les sobrevinieron a los Pelasgos, los oráculos dijeron que los dioses exigían de ellos, junto con el diezmo de los productos que les habían prometido, el sacrificio de la décima parte de los hijos nacidos en el año. Los Pelasgos se rehusaron a sacrificar sus hijos a los dioses para aplacar la cólera; prefirieron desafiar la ira divina a sacrificar sus hijos, y por eso fueron condenados a desaparecer del mundo.

Esto narra la leyenda de esa raza de Titanes.

Pertenecían los Pelasgos a la familia indo-europea, y adquirieron distintos nombres según los lugares por donde pasaron: así se llamaron Argivos, Tesalios y Arcadios en Grecia: Enotrios, Sículos, Tirrenos, Liburnos y Vénetos en Italia, Tracios en las orillas del Bósforo; Troyanos, Lidios y Carios en Asia; Panonios en el Danubio.

En sánscrito, lengua madre de las indo-europeas, se llamaba *Mass* a la luna, el astro que mide el tiempo y regula el curso de la vida. "Mass" quiere decir "el que es capaz de medir", de allí deriva, a través del latín, la palabra "mes" y también la palabra "mensura".

Medir es comparar, comparar es juzgar, es emitir un juicio; por eso tienen la misma raíz "mensura" y "mens", la mente, la inteligencia, y por eso la diosa de la inteligencia tiene la misma raíz: ella era "Menerfa" en etrusco y "Minerva" en latín. Y "mens" se relaciona también con "Manú" y "Man" (hombre),



Atrio principal del Palacio de Festo (al fondo la cadena de los Montes Ida)

con "Menes" y con "Minos". De modo que "la mente", el "hombre", "el que es capaz de medir", "comparar" y "juzgar" tienen una raíz común: es decir que la capacidad de medir, comparar y juzgar es un atributo inherente a la inteligencia humana.

Por eso Minos, el gran rey de Creta donde "los divinos pelasgos tenían su sede", Minos, el "hombre" por antonomasia, supremo juez de los demás hombres en la tierra, continúa juzgando las almas en la eternidad, en el reino de las sombras.

Y Minos, el legendario Minos, tenía su palacio en Cnossos; hay dos palacios superpuestos en Cnossos, el segundo es una continuación del primero, y el primero —o sea el más antiguo— corresponde a la época comprendida entre el 2000 y el 1700. Estaba situado en una altura, dominante el mar y sin murallas porque no necesitaba defensas, y sin templos porque toda la isla de Creta era un templo, ya que la mayoría de los dioses habían nacido en ella y el mismo Minos era hijo de Júpiter y de Europa.

La leyenda atribuye la construcción del enorme palacio a Dédalo, el mitológico ingeniero inventor del hacha, del nivel, del berbiquí, el primero que substituyó la vela a los remos, que fabricó estatuas "que venían y caminaban" y alas artificiales para su hijo Icaro. Del nombre Dédalo han formado los poetas latinos el adjetivo "doedalus", sinónimo de creador. Por eso, para indicar el poder creador de la tierra, Lucrecio le ha dado el mismo epíteto: "Tibi suaves doedala tellus summittit flores".

Los locales del palacio de Cnossos se desarrollaban alrededor de un gran atrio de 50 metros de longitud por 25 metros de ancho, dirigido —como todos los locales— de nor-noreste a sur-suroeste. En el ángulo del palacio que da al Monte Ida, donde el "pelasgo Zeus" fué amamantado por la cabra Amaltea, hay una pilastra sobre la cual está esculpido el símbolo sagrado, el hacha de doble filo, atributo de Júpiter. Antiguamente, en el idioma cario, esa hacha de doble filo se llamaba "labrys", y posiblemente de ese nombre, según la opinión de Pericle Ducati, deriva el de "laberinto" con que se designaba el palacio.

Tuberías, baños y servicios construídos según las más modernas reglas de higiene, demuestran un grado



Estatua de Minos, de César Zocchi, en el pedestal del Monumento a Dante en Trento

de civilización al cual apenas hemos alcanzado nuevamente después de cuarenta siglos.

Entre los objetos encontrados en Cnossos hay una cruz; Evans supone que el culto de la cruz haya sido llevado desde Creta a Asia por los Filisteos; tal vez en Creta era un símbolo de la tierra, símbolo que volverá a encontrarse en ciertas construcciones y en ciertos ritos etruscos.

Análogo al palacio de Cnossos es el de Festo, situado al Sur de la isla y orientado como el anterior. También en Festo hay dos palacios superpuestos, el primero corresponde al 2000 y el segundo al 1600 a. C., cuando el mundo egipcio estaba por volver, después de la invasión de los Hicsos, a una época de renacimiento y de despertar constructivo.

En Haghia Triada, cerca de Festo, se descubrieron los restos de otro palacio, menor que el de Festo; una especie de residencia veraniega, y, junto con esos restos, vinieron a luz una serie de objetos; entre ellos, una tableta con una inscripción arcaica, aun no descifrada, y un vaso de esteatita con un bajorrelieve que, probablemente, representa una procesión.

En el bajorrelieve hay veintisiete personajes, y lo admirable es la vivacidad, la eficacia expresiva, el realismo del grupo, realismo que volverá a encontrarse posteriormente en el arte etrusco.

Los primeros palacios de Cnossos y de Festo fueron construídos cuando una avalancha de indoeuropeos —casitas, mitanis, hititas— se expandía en el Asia Menor y por la alta Mesopotamia penetraba hasta el Sinear, donde reinó una dinastía casita hasta el siglo XII a. C.

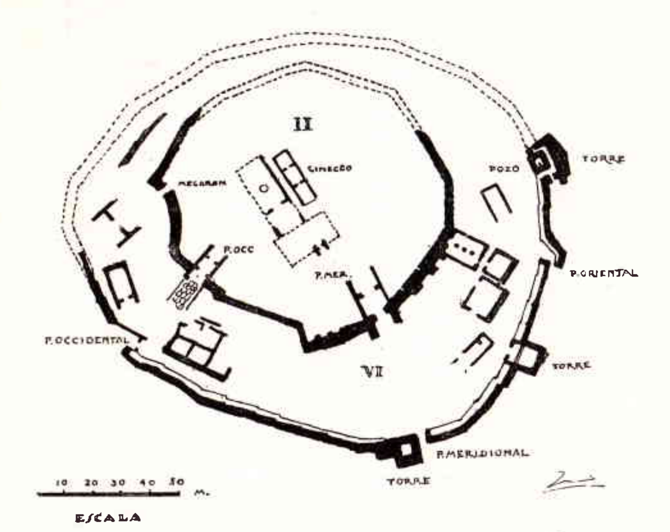
En el Asia Menor se estableció el contacto entre los indoeuropeos de Mesopotamia y los indoeuropeos del Mediterráneo, y —según se ha dicho— a través de los hititas penetró en las costas de ese mar parte de la cultura mesopotámica, mezclada con las creencias y las costumbres propias de los indoeuropeos.

Las ciudades amuralladas hititas corresponden a las ciudades amuralladas de las costas del Mediterráneo.

Hatusás —la capital hitita situada donde es ahora Boghaz Kioi— era amurallada y a ella se accedía por



Ejemplo de realismo en el arte cretense. Vaso de Esteatita de Haghia Triada



Croquis de las murallas del II y VI estrato en Hissarlik. El VI estrato corresponde a la Troya Homérica

dos puertas: la puerta de los Leones, y la puerta de las Amazonas. La primera es así llamada porque tiene una decoración de cabezas de leones: una decoración semejante encontraremos después en el arco etrusco, porque los etruscos o tirrenos pertenecían, según los antiguos autores, a la gran raza pelasga y provenían de Lidia, o sea de una región limítrofe del imperio hitita.

En Zenjirli existía una ciudadela hitita, formada por un recinto aproximadamente elíptico amurallado y dividida en espacios interiores en forma semejante a la ciudadela de Troya en la colina de Hissarlik.

La colina de Hissarlik es la región más indicada para estudiar los procesos constructivos a través de las distintas épocas; porque del mismo modo que el geólogo puede observar el proceso de formación de las rocas a través de los distintos estratos que aparecen en las perforaciones, así el arqueólogo puede observar "la formación constructiva" durante tres mil años a través de las excavaciones de Hissarlik, al Noroeste de Asia Menor, donde aparecieron nueve Troyas superpuestas, desde la I ciudad —la inferior— correspondiente al siglo XXX, y que no es más que una pequeña aldea de la Edad de la Piedra, hasta la IX ciudad —la superior— que corresponde a la época romana.

Es sabido que el iniciador de estas excavaciones fué un alemán, Schliemann, quien dedicó gran parte de sus riquezas a estudios arqueológicos. Schliemann creyó en un sueño poético que la Troya homérica correspondía al segundo estrato, y hasta creyó encontrar el "Tesoro de Priamo" en un conjunto de objetos de bronce y oro hallados en ese segundo estrato. Estudios y observaciones posteriores demostraron, empero, que la Troya homérica era la ciudad correspondiente al VI estrato, y que los restos de murallas que Schliemann encontró eran muy anteriores, ya que pertenecían a una época comprendida entre el 2400 y el 2100 a. C.

Dichas murallas encierran —como las murallas de Zenjirli— un recinto aproximadamente elíptico de unos ocho mil metros cuadrados de área; aparecen quemadas por un incendio, lo que contribuyó a in-



Torre del VI estrato, escalera del VIII estrato y cimientos romanos del IX estrato, en Hissarlik

ducir a error a Schliemann. La construcción de esas murallas es de lo más sencilla: piedras unidas con tierra en la parte inferior y ladrillos crudos en la parte superior: cada tanto entre los ladrillos se encuentran restos de vigas de madera para refuerzo de los muros.

Dentro de ese recinto elíptico hay edificios rectangulares: en forma semejante —ambientes rectangulares en un recinto elíptico— están dispuestos los locales en la habitación cretense contemporánea de la II Troya, habitación intermedia entre la choza redonda y la casa propiamente dicha.

Más adelante los edificios interiores de la ciudadela se unirán, se transformarán en ambientes y darán lugar a los grandes palacios de Cnossos y de Festo, que después de cuarenta siglos nos asombran no sólo por su grandeza sino por su "eterna modernidad".

Porque todas las obras de los Pelasgos son eternas: desapareció Nínive, el terror de los pueblos, desapareció Babilonia opulenta, el silencio del desierto cubre las tumbas de los Faraones: pero los Pelasgos sembraron la vida a lo largo del camino que recorrieron, y esa vida es eterna como sus murallas de granito. Los dioses maldijeron los Pelasgos, pero como en su mito de Deucalión y Pirra, de cada piedra que ellos colocaron nacieron hombres, hombres como dioses.

Cuando los habitantes de Norba supieron que la armada de Sila venía a sitiarlos, se suicidaron después de haber incendiado la ciudad.

Ella no fué reconstruída más, y nada queda de sus edificios: sólo las murallas que habían construído los Pelasgos quedaron intactas, y aun se levantan lúgubres, terribles e imponentes en la campaña desolada.

Para esa raza de gigantes todo es eterno. Si la cultura de Creta, que se extendió después a Micenas y a Tirinto, desaparece como hundida por un cataclismo, surge inmediatamente en la sexta Troya —la "de los grandes muros"— y en las islas del Egeo; se abre como por efecto de una explosión, alcanza Grecia e Italia, y las dos penínsulas se llenan de recintos amurallados y de ciudades que ese pueblo de ingenieros

y de navegantes pone bajo la protección de Minerva, la diosa de la inteligencia.

Pero la diosa tutelar suprema no era Minerva, era Vesta, la Madre Tierra, correspondiente a la "Gran Diosa" hitita, la que engendró a los dioses y a los hombres. Vesta es lo mismo que Hestia, Histo, Stao, e indica en las lenguas indo-europeas lo que es estable, lo que es inmutable. Más tarde Vesta Mater pasará a Etruria, y de Etruria a Roma, donde será la misma que la "Dea Stata".

Vesta es "Histo", es el fuego eterno y es el hogar, altar tan sagrado como las murallas que ciñen las ciudades o las que indican el límite del campo: muralla cuyo símbolo importado de Asia fué posteriormente la piedra divinizada, el Dios Términus.

Se unen así las ideas de la familia, de la propiedad, de la ciudad y del Estado: es el orden que caracterizó siempre al Occidente.

En Oriente existió un conjunto de hombres bajo un rey absoluto, en un régimen despótico: entre los Pelasgos hay una familia y una unión en común. Las murallas son un símbolo, es el aislamiento, las ciudades que se construirán serán "ciudades libres", serán repúblicas, serán más tarde comunas y municipios.

Esta raza no levanta pirámides que tienden hacia el cielo, se mantiene cerca del regazo de la Tierra Madre; no construye templos enormes ni monumentos elevados, pero se encierra en murallas ciclópeas y allí venera la diosa del hogar, la única que conservó su simplicidad primitiva, la que deseaba en su honor una llama pura, aun cuando a los otros dioses, sus hijos, se erigieron templos suntuosos y estatuas grandiosas.



IV

Ciudades lacustres y terramaras. — Características de las construcciones de las terramaras

La corriente de indo-europeos —que por el norte del Mar Caspio, el Mar Negro y el Danubio, penetró en Europa— aportó sistemas constructivos diferentes de la corriente meridional.

En el "Prometeo Encadenado" Esquilo dice que "los hombres en un tiempo habitaban las cavernas como las pequeñas hormigas que viven bajo tierra".

Indudablemente la casa primitiva del hombre en todas las regiones del mundo ha sido la caverna, puesto que esa vivienda rudimentaria otorga un relativo resguardo con el mínimo esfuerzo o con un esfuerzo nulo.

Pero ese sistema de habitación no fué simultáneo en las distintas agrupaciones en que se dividió la humanidad: nuestros antepasados, los europeos, han sido los más desheredados, puesto que cuando en Egipto se levantaban las Pirámides, en Mesopotamia se construían canales de riego y en China el Gran Iu esculpía en el Yang Shan la más antigua relación de los trabajos realizados por un ingeniero, el hombre europeo tenía aún por casa la caverna, "specus erant pro domibus" —dice Plinio.

Se necesitaron siglos, muchos siglos, para que comenzara a construir su habitación sobre pilotes en los lagos, pilotes cuyos restos fueron descubiertos por primera vez por Aeppli en una bajante extraordinaria del lago de Zurich.

Aeppli comunicó inmediatamente el descubrimiento a su amigo el doctor Fernando Keller, famoso arqueólogo, quien concurrió con Aeppli al lago de Zurich antes que las aguas cubrieran nuevamente los pilotes, y pudo observar personalmente los restos de las construcciones que Aeppli le había referido. Y junto a estos restos, Keller y Aeppli encontraron también los de una industria primitiva, representada por pequeños objetos.

Estos hallazgos tuvieron lugar en el invierno de 1853-54, y, en el mismo año 1854, el Doctor Keller presentó a la Sociedad de Anticuarios Suizos una Memoria sobre los pilotes del lago de Zurich, Memoria que se encuentra en las Actas de 1854 de aquella sabia corporación con el título de "Die Keltischen Pfahlbauten in den Schweizerseen".

Keller diferenciaba "Pfahlbau" de "Packwerkbau": la primera es simplemente "construcción sobre pilotes", la segunda se traduciría por "construcción empaquetada". Ambos tipos de construcciones consisten esencialmente en una cantidad de pilotes colocados por el hombre prehistórico europeo hace aproximadamente unos treinta y ocho siglos. Los pilotes están dispuestos verticalmente, en líneas paralelas a la orilla, con los extremos inferiores en el fondo del lago: su diámetro varía de 5 a 20 centímetros, la distancia entre ellos es también variable desde un mínimo de pocos centímetros hasta un máximo de 5 metros.

Esto es lo que vió el doctor Keller, y supuso de inmediato que los pilotes estaban destinados a sostener un entablonado de madera sobre el cual se levantaban las casas, construídas de madera y revestidas de barro arcilloso. Los descubrimientos posteriores demostraron que las suposiciones del doctor Keller eran acertadas, lo cual comprueba una vez más que el sabio sustituye la visión física por el intelecto y muchas veces no necesita ver las cosas porque se las imagina.

En rigor de la verdad, los primeros pilotes lacustres fueron descubiertos en Italia, y precisamente en el lago de Garda en 1830; pero, como sucede siempre, nadie dió importancia al descubrimiento; de modo que el mérito de haber estudiado esta clase de construcciones pertenece por entero al doctor Keller, y el mérito de haberlas descubierto pertenece a Aeppli.

Después de estos estudios y estos descubrimientos en el lago de Zurich, siguieron otros no sólo en los lagos de Suiza, sino en los lagos de Italia, y después en Austria, en Polonia, en Hungría, en Alemania, en Holanda, en Inglaterra, en Escocia, en Dinamarca y en Francia, lo cual indicaba la existencia de un pueblo europeo con características comunes.

En Italia, en el Lago de Varese, hay una isla paradisíaca; la isla se formó sobre antiguos pilotes y como fué estudiada por el profesor Ponti, los sabios del Congreso de la Sociedad de Ciencias de 1878 resolvieron bautizarla con el nombre de "Isla Virginia", en homenaje a la señora Virginia Ponti, digna esposa del profesor; demostración evidente de la caballerosidad de los sabios paleoetnólogos.

Las ciudades lacustres de Italia son semejantes a las de Suiza, donde —como hemos dicho— se subsiguieron los descubrimientos. En el lago de Ginebra se encontraron los pilotes sobre los que tuvo que haber existido una pequeña ciudad prehistórica: Troyon calculó que la superficie de esta pequeña ciudad debía ser de 16.500 metros cuadrados, y que comprendería unas 300 casas con una población de 1200 habitantes.

En el lago de Neuchatel se encontró otra cantidad de pilotes que hacen suponer una pequeña ciudad de 24.000 metros cuadrados de superficie, habitada por unas 2.000 personas. En Wangen se contaron 40.000 pilotes, y en Rolemhausen —sobre el lago de Constanza— se contaron más de 100.000 pilotes.

Puede suponerse el trabajo que debían desarrollar los hombres primitivos, los hombres de la Edad de la Piedra, para hincar cien mil pilotes en el fondo de un lago. No teniendo a mano instrumentos de percusión, ¿cómo haría un ingeniero moderno para obtener la verticalidad y la estabilidad en la hinca de cien mil pilotes?

Los ingenieros prehistóricos resolvieron el problema hundiendo el pilote en el limo la poca cantidad que permitía su mismo peso y rodeándolo de piedras hasta cierta altura, piedras que arrojaban desde la superficie del lago y que estaban destinadas a formar

A fines del siglo pasado se encontraron unas piraguas, formadas por troncos de árboles excavados de 9 metros de largo por 0,75 m. a 0.90 m. de ancho; la popa no es redondeada sino cuadrangular, en la proa hay un espolón, y unos cortes hechos en la borda permitían colocar los remos. Para utilizar esa especie de piraguas los habitantes de las viviendas disponían de escaleras especiales, formadas por un tronco de encina atravesado por orificios donde se colocaban otros palos más pequeños transversales que servían de escalones.

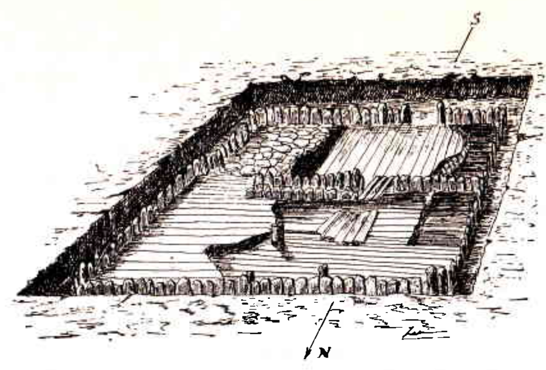
Un problema curioso que se presenta al paleoetnólogo consiste en la procedencia del material con el cual los ingenieros prehistóricos europeos fabricaban las hachas de piedra. Estas hachas eran de nefrite, jadeite y cloromelanite y —a excepción de una cantera de nefrite descubierta en el siglo pasado en Zobten, cerca de Breslavia— ninguno de estos materiales existe en Europa, pero todos se encuentran en relativa cantidad en el Asia Oriental. Si no hubiesen otras pruebas, bastaría ésta sola para demostrar la procedencia asiática de la población lacustre europea.

La transición de la época de la piedra a la del bronce no se verifica directamente sino a través de una época intermedia: la época del cobre, que prepara la transformación del pobre caserío de la edad de la piedra a la ciudad lacustre en la que se funde el bronce en una especie de plaza pública destinada a tal efecto.

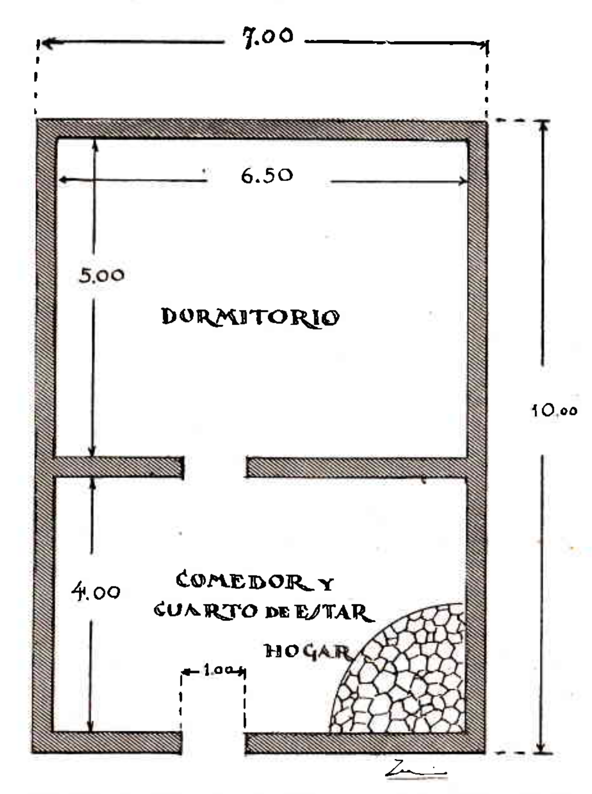
No queremos describir la vida de la ciudad lacustre en la época del bronce, vida sumamente interesante, para no alejarnos demasiado de las obras de los prehistóricos ingenieros: pero, ya que de éstos hablamos, debemos reconocer el adelanto de sus concepciones cuando pasaron del agua a la tierra, por el siglo XVI a. C.

Hacía mucho tiempo que en ciertas provincias de Italia se usaba como abono para la agricultura una clase de tierra, rica en elementos azoados, que se extraía de unos montículos existentes en aquellas provincias. A esos montículos se les llamaba "mareras" (mariere) y a la tierra se le daba el nombre de "terra mara".

En 1795 el naturalista Juan Bautista Venturi descu-



Estado actual de la casa de Schussenried



Planta de la casa de Schussenried. Corte al nivel del terreno natural

brió que los montículos no eran naturales y que en su formación había intervenido el hombre, pero nadie dió importancia al descubrimiento de Venturi. Recién en 1861 se volvió sobre el tema cuando el profesor Pelegrino Strobel, de Parma, demostró que los tales montículos indicaban la existencia de una ciudad construída sobre pilotes, pero no en un lago, como las que se habían descubierto y se descubrían por aquellos años, sino sobre la tierra firme.

A Strobel se unieron otros profesores, especialmente Pigorini y Chierici, Canestrini y Boni, cuyos trabajos permitieron poner a luz los restos de una serie de pequeñas ciudades a las cuales se les llamó "terramare" por el nombre de la tierra de los montículos.

Los cuales montículos no eran más que los residuos de la vida diaria de los habitantes de las pequeñas ciudades cuyas casas, construídas de madera y barro arcilloso —como las lacustres— sobre un entablonado sostenido por pilotes, tenían en el piso un orificio por el cual se arrojaban los residuos. Estos, con el pasar del tiempo, se cubrieron de tierra, sobre la tierra nació la yerba y se formaron los montículos antedichos.

Si, imitando a los sabios profesores, hurgáramos nosotros también entre los residuos, encontraríamos en ellos, vasos, ánforas, recipientes perforados para la fabricación del queso, agujas, hoces, puñales, espadas, hachas, navajas y moldes para la fundición del bronce, todo lo cual demostraría que los terramarícolas eran agricultores e industriales.

Pero, uno de los adminículos que más nos llamaría la atención sería sin duda la fíbula de bronce, exactamente igual a nuestro común y vulgar alfiler de gancho. Es sabido que en el siglo pasado el inventor del alfiler de gancho enriqueció rápidamente a consecuencia de su invento, el cual invento tenía en cambio la venerable antigüedad de treinta y cinco siglos.

"El alfiler de gancho, es uno de los más importantes instrumentos prehistóricos usados por la humanidad. Durante milenios se ha manifestado sobremanera en ese instrumento el ingenio del hombre y nos encontramos asombrados al observar las numerosas variedades. Pero también la moda, aparentemente arbitraria, sigue leyes determinadas que cambian a través de los siglos y a través de los pueblos y nuestra misión es determinarlas por vía inductiva".

Y el examen de los alfileres de gancho ha adquirido la máxima importancia para el conocimiento de los períodos prehistóricos y para la cronología, —gracias a los trabajos de Hildembrand, Montelius, Fischer y otros.

En la Edad del Bronce el alfiler de gancho era usado en Escandinavia, en Alemania, en Hungría, y en Italia, pero era desconocido en España, Francia, Inglaterra, Suiza, Rusia y Siberia. En Grecia se utilizó el alfiler de gancho desde los más remotos tiempos.

El hecho que no se encuentren fíbulas en Rusia y Siberia demuestra que el camino recorrido por las fíbulas ha sido desde el Sur hacia el Norte y no viceversa; es decir que las fíbulas pertenecen a la corriente meridional.

Montelius divide los alfileres en tres grandes grupos: el griego, el húngaro y el itálico. El tipo griego se caracteriza por dos espirales planas que forman dos discos situados en el mismo plano y unidos entre sí por el mismo alambre que forma las espirales, la aguja parte del centro de un disco y se engancha en el centro del otro disco.

El tipo húngaro se caracteriza por tener el resorte formado por alambre envuelto en hélice de muchas espiras, la aguja se engancha en el centro de un disco formado como en el alfiler griego por una espiral plana. Del tipo húngaro derivó el tipo escandinavo.

El tipo itálico se caracteriza por tener el resorte formado por dos espiras en hélice, como los alfileres de gancho actuales y comunes: las espiras están colocadas entre la aguja y el arco. El arco, que es un semicírculo en los alfileres más antiguos y casi recto en los más modernos, puede a veces engrosarse mucho en el centro o también adquirir una forma serpentina.

La forma húngaro-escandinava y griega pertenecen a una "familia" diferente de la itálica, y como de esta última derivan los alfileres de La Tène y de Hallstatt, al norte de los Alpes, debe deducirse la existencia de dos corrientes de civilización paralelas: una que va de Grecia por Hungría hasta Escandina-

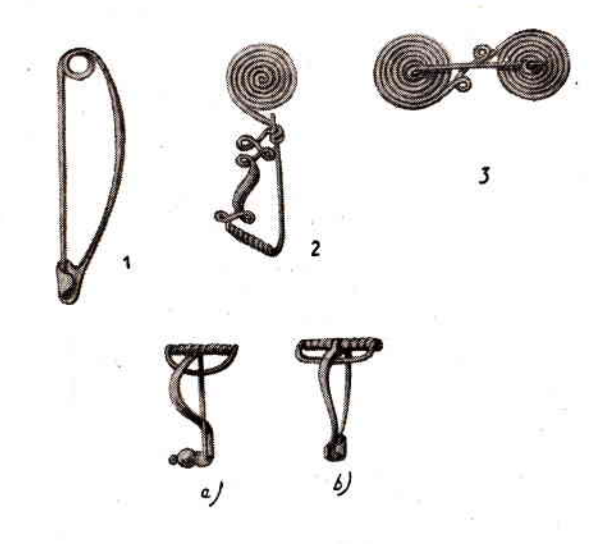
vía y otra que va de Italia a Alemania. Esta segunda corriente está demostrada también por el tipo de "alfiler a ballesta", derivada del itálico, en el cual la hélice se compone de muchas espiras envueltas en número igual a ambos lados del arco: se ha encontrado el alfiler a ballesta en Hallstatt y en la Cartuja de Bolonia.

Esta semejanza de tipos de fíbulas itálicas y germanas indica un contacto entre el centro y el sur de Europa, una vía de comunicación que se ha mantenido durante siglos. Ese contacto, esa vía de comunicación, explica muchos hechos históricos desde las invasiones bárbaras hasta nuestros días. Y estas dos corrientes paralelas podrían explicarnos también por qué las estructuras góticas fueron adoptadas en Italia y no, por ejemplo, en los Balcanes, y por qué penetraron las estructuras románicas más hacia el Norte que hacia el Este. Las estructuras recorrieron el mismo camino que los tipos de fíbulas.

De los tres tipos, antedichos, que se subdividen en muchísimas variedades, el que usamos actualmente es el primitivo tipo itálico de las terramaras. Naturalmente surge espontánea la pregunta: ¿Cómo sabemos que las fíbulas encontradas pertenecen en realidad a la época de las terramaras y no a otras posteriores? No pertenecen a épocas posteriores porque el bronce de las terramaras contiene níquel, y en esto se diferencia del bronce romano y del bronce etrusco: el romano contiene zinc, y el etrusco contiene plomo.

Para dar una idea de la importancia de las obras necesarias para la construcción de una terramara, basta citar una de ellas —la de Castione que no es de las mayores— en la que se encuentran tres hileras de pilotes superpuestos, la primera de las cuales tiene 23.000 metros de vigas que unen entre sí 4.000 pilotes. La mayor terramara es la de Castellazzo, cuya superficie abarca 19 hectáreas capaces de albergar una población de 16.000 almas; su forma, disposición y estructura es la típica de todas las terramaras, por eso la describiremos.

La ciudad está rodeada por un foso de unos 30 metros de ancho y de 3,50 m. de profundidad, por



1.—Itálica
2.—Húngara
3.—Griega
a) De la Cartuja de Bolonia
b) De Hallstatt

Tipos fundamentales de fíbulas de la Edad del Bronce

consiguiente es necesario entrar en ella por un puente construído por los ingenieros prehistóricos sobre el curso de agua que, derivado de un torrente cercano y corriendo por el foso, transforma la terramara en una isla.

Fuera del foso, y rodeada también por un curso de agua, está la necrópolis; la ciudad de los muertos está aislada como la de los vivos.

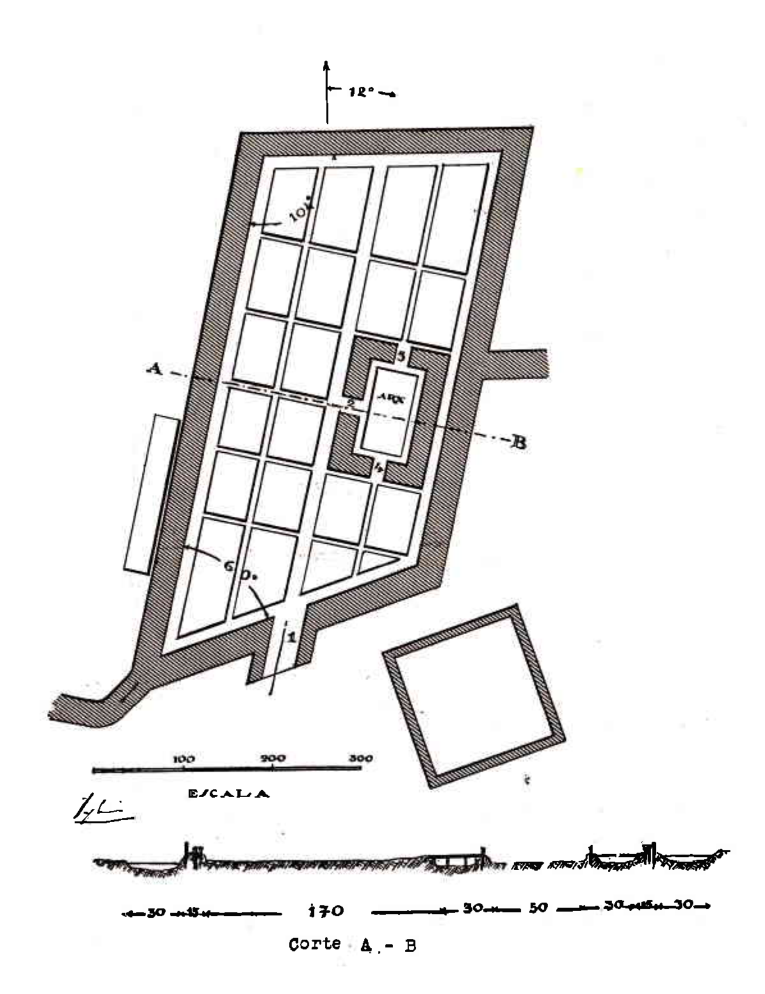
El puente mencionado da a un terraplén de 15 metros de ancho; el terraplén está reforzado por maderos en forma de jaulas ("gabbioni") y provistas de una empalizada. El eje longitudinal del puente es el mismo que el de la calle principal, la que está dirigida como en todas las terramaras— de Nor-noreste a Sur-suroeste; esta calle tiene 450 metros de longitud y 15 metros de ancho. Paralelamente a ella hay otras dos secundarias con un ancho de 7,50 m.; y perpendicularmente a todas hay otras más angostas: sólo la principal de estas últimas tiene 7,50 m. y forma con la de 15 metros los dos ejes de la ciudad: las otras son de 3,75 m.

Hacia el lado oriental de la terramara se encuentra una gran terraza rectangular, orientada como las calles y rodeada por un foso con tres puentes de acceso; esta terraza constituye lo que posteriormente los romanos llamarán "arx" y lo que nosotros llamaremos "ciudadela".

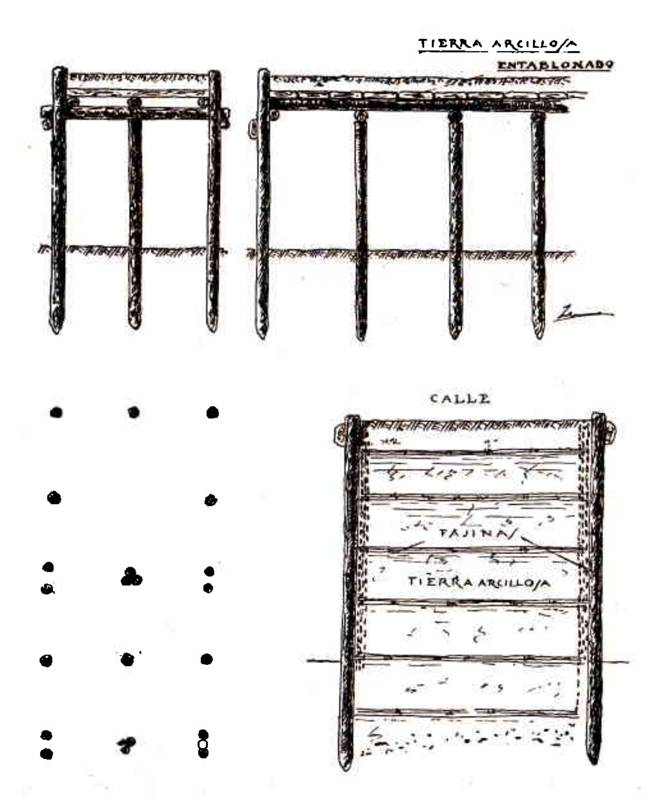
El "arx" tiene un ancho de 50 metros y una longitud de 100 metros; dentro de esta superficie hay cinco pequeños pozos excavados en el terreno virgen y rodeados de tablestacados.

"Estos cinco pequeños pozos —nos dice el profesor Pigorini— son rituales, señales de ceremonias cumplidas en la inauguración de la ciudad; el surco excavado alrededor del "arx" en el terreno virgen corresponde al surco trazado por los etruscos y romanos".

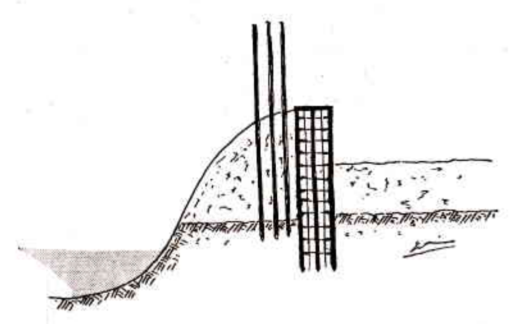
Posteriormente, en la ciudad romana se seguirá el mismo sistema: calles que se cortan en ángulo recto y dispuestas de nor-noreste a sur-suroeste, y este sistema se transportará con los siglos a los nuevos continentes, a través de las ciudades europeas construídas sobre los campamentos romanos, y se edificarán las nuevas ciudades, las "ciudades mo-



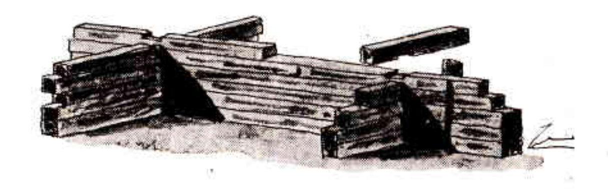
Terramara de Castellazzo



Detalle esquemático de una terramara



Esquema de la ubicación de los "gabbioni" y de la empalizada



Disposición de los maderos en los "gabbioni"

dernas" en América y en Australia como las construían los ingenieros prehistóricos en las terramaras.

Es allí, en la unión de las terramaras con las murallas pelasgas, donde está la verdadera cuna de nuestra civilización, que se irradió hacia el Norte y el Occidente del mismo modo que se irradió 15 siglos después cuando César pasó a los Alpes, y —por último— otros 15 siglos más tarde, en un gran ritmo sesquimilenario, durante el Renacimiento.

Chantres, en su obra "Etudes Paleontologiques dans le bassin du Rhone" dice: "A medida que perfeccionaba sus industrias bajo la influencia de la civilización oriental, llegada probablemente por el Cáucaso, el Mar Negro y el Danubio, Italia continuaba a enviar los productos metalúrgicos hacia el Occidente y hacia el Norte".

"Es hacia Italia Central, desde la cual se ha irradiado esa civilización artística que se ha diseminado en Occidente, donde hay que ir para conocer su punto de partida".

Chantres se refería a la época prehistórica, pero lo que él expresa es igualmente aplicable a la época romana o a la del Renacimiento; lo que contribuye a demostrar que la civilización y la cultura avanzan y se irradian no sólo de Este a Oeste, sino también de Sur a Norte.

Porque la substitución de la caverna en el Norte, donde según Evans "estaban aún en la Edad del Bronces y algunas otras regiones en la Edad de la Piedra cuando en Italia la Edad del Hierro había ya comenzado", la substitución de la caverna, decíamos, por la casa prehistórica, con su cuarto de estar y su hogar, y la 'exportación" de la ciudad, con sus calles a rumbo recto, su plaza y su ciudadela, implican la difusión del concepto de sociedad y no una simple divulgación de sistemas constructivos ideados por ingenieros prehistóricos intentos a hincar pilotes, excavar canales de circunvalación y a construir puentes de acceso.

Cuando estos ingenieros prehistóricos hacían el replanteo de una terramara, trazaban con sus cordeles a ángulo recto el ordenamiento de la ciudad moderna, y no sólo desde el punto de vista del trazado, sino en el sentido anímico y social.



Estado actual de los "gabbioni"

¿Qué es actualmente una ciudad, con sus plazas, sus calles a rumbo recto como en las terramaras?

"Es un mecanismo complicado de piezas —nos contesta un autor (y os ruego analizar la definición)— en un mecanismo complicado de piezas en una correlación mecánica de engranajes, bielas, pistones, válvulas, volantes, etc., movidos por la combustión de innumerables energías que a su vez desarrollan múltiples fuerzas que se combinan en rítmica función. A más, este mecanismo es accionado por innumerables cuadros eléctricos de control que entran en juego según las reacciones mentales de los grupos técnicos especializados; pudiendo, en ese complicado mecanismo físico y electromagnético, la voluntad de uno sólo de sus habitantes hacer saltar en trozos tan ingeniosa construcción diabólica".

En resumen: la ciudad es un mecanismo.

Tal vez sea preferible el lenguaje popular que llama "arterias" a las calles y llama "corazón" al centro de la ciudad. El lenguaje popular, con esa intuición característica del pueblo, otorga a la ciudad una vida propia y, por consiguiente, un alma; la considera, pues, como un ser organizado que nace, se desarrolla, se reproduce y muere.

Y al morir se sepulta sola y vuelve al seno de la Madre Tierra. Cuando al excavar hallamos los restos del maderamen de las terramaras nos parece hallar el esqueleto de un inmenso organismo, y lo reconstruímos como el paleontólogo reconstruye de algunos huesos la forma y las costumbres de un ser que ha vivido hace muchos siglos y con la imaginación vuelve a darle la vida.

Así volvemos a dar vida a la terramara: ante una simple fíbula pensamos al orfebre que la fabricaba y a la señora que la usaba como un objeto de utilidad y de adorno. Vemos los restos de las antiguas calles e imaginamos el tránsito en las mismas, vemos atender las tareas a sus habitantes, todos semejantes y todos diferentes.

Porque la ciudad, conjunto de hombres, al mismo tiempo ensalza y rebaja al hombre, lo transforma en "uno de los tantos", la ciudad es niveladora.

En el campo, el campesino es dueño y señor de su pedazo de tierra por pequeño que éste sea; en la ciudad el hombre forma parte de un conjunto y está sometido a las disposiciones de la mayoría.

La ciudad es la comuna, el municipio, la democracia; el campo es el "señorío".

"Les bourgeois" —los burgueses— son los hombres del campo; la igualdad se suponía existente entre los ciudadanos: "civis" en la antigua Roma, "citoyens" en la Revolución Francesa. El título de 'ciudadano" implica la idea de igualdad.

La terramara, a la cual se accede por un puente que puede ser destruído en cualquier momento, no es sólo la construcción realizada por los prehistóricos ingenieros —nuestros seculares precursores—, es un símbolo, es la idea de la comunidad, de la igualdad, de democracia; idea que los terramarícolas trajeron del Cáucaso y que los Pelasgos traerán del Mediterráneo y que, amalgamándose, darán lugar a la primera unión de ciudadanos libres, a la primera Confederación que conoce la historia: a la Confederación Etrusca.

Se pasa así, a través de las construcciones prehistóricas, del hogar a la ciudad, de la ciudad a la Confederación de ciudades, al Estado, cuyo núcleo es el hogar.

Han pasado treinta y cinco siglos y desde entonces hemos progresado mucho. Pero, actualmente en que las ciudades son "mecanismos", ¿qué es el hogar, qué es la casa?

"La casa —se nos contesta —es una máquina para habitar".

Y ante esa definición, nosotros los ingenieros nos quedamos perplejos, y pensamos con un dejo de melancolía al "hogar" de la casa prehistórica en que tal vez hemos vivido y hemos amado en otra vida, y en la que seguramente vivieron y amaron nuestros antepasados.

☆

V

Los Etruscos.-El Arco y la Bóveda. Característica e influencia de las construcciones etruscas

Al período de las Terramaras sigue cronológicamente el llamado "período de Villanova", si nos detuviéramos en este último saldríamos de nuestro curso, ya que aquél corresponde más bien a la arqueología. Pasaremos, en consecuencia, directamente al periodo etrusco, al de uno de los llamados "Pueblos del Mar", que con el nombre de "Tirreno" llegó a Italia después de las correrías por el delta del Nilo.

No es posible razonar y comprender los hechos de una época con la mentalidad correspondiente a otra época: por eso conviene trasladarse mentalmente en el tiempo y en el lugar donde se han desarrollado los acontecimientos.

Retrocedamos, pues, con el pensamiento en treinta siglos, supongamos de encontrarnos en el país habitado por los Tirrenos, en la verde Etruria, e imaginemos un paisaje de campiñas florecientes, en una hermosa llanura cruzada por ríos y canales que se extienden hasta perderse en la lejanía, hasta el horizonte cerrado hacia el Noreste por la cadena de los Apeninos, más azul que el azul del cielo.

E imaginemos también sobre una colina un anciano de blanca barba y de largas y rojas vestiduras, que con una pequeña vara encorvada en su mano derecha contempla atentamente, inmóvil y solemne, hacia el Septentrión.

El anciano levanta el brazo y traza lentamente con

la pequeña vara una gran cruz imaginaria en la dirección de los cuatro puntos cardinales; continúa del mismo modo trazando líneas imaginarias hasta dividir el cielo en diez y seis partes iguales. Luego se dispone a repetir la misma figura en la tierra; para esto dibuja con la vara encorvada, el "lituo", un cuadrado en el suelo con los cuatro lados dirigidos hacia los cuatro puntos cardinales; traza las medianas que forman una gran cruz y divide el cuadrado, por medio de otras líneas, en diez y seis partes iguales.

Mientras dibuja la figura en el suelo pronuncia en voz baja las palabras rituales; después se coloca en el centro del cuadrado y queda inmóvil, con la frente hacia el septentrión, observando todo el arco de horizonte que abarca la vista.

Unos puntos oscuros aparecen en la lejanía, sobre las cumbres de las montañas; se agrandan, suben, se acercan; son seis pájaros que vuelan en forma de cuña, pueden distinguirse perfectamnte sus formas, son seis halcones. Pasan altos en el azul purísimo, el anciano los sigue con la mirada hasta que nuevamente se vuelven seis puntos oscuros y se pierden hacia el occidente. Los dioses son favorables, los pájaros han traído el "buen augurio" porque han volado hacia el occidente, hacia la "dextra", en caso contrario el augurio hubiera sido "sinixtro".

El anciano sale de la figura que ha dibujado en el terreno, dirigiéndose hacia el mediodía y cuidando de no hollar las líneas del cuadrado, porque la figura que ha trazado en la tierra, representación de la que trazó en el cielo abarcando todos los puntos del espacio, es sagrada; cada una de ellas se llama "templum" y las cuatro partes laterales se llamarán después entre los romanos "postica" la que corresponde al norte, donde moran los dioses y hacia donde el sacerdote "contemplaba" la aparición de las aves que traían el augurio, "antica" la que da al sur, o sea la que miraba hacia el mar de donde vinieron los Tirrenos, "sinixtra" la que da al oriente, y "dextra" la que da al occidente.

Las líneas del perímetro se substituirán por murallas según la costumbre pelasga, en vez de ser trazadas con el "lituo" serán trazadas con el arado; pero

de esta figura derivarán todos los recintos que se considerarán sagrados: los sepulcros, los campamentos, las casas, las ciudades y los que, dedicados al culto de los dioses, tomarán el mismo nombre "templa" como el de la figura que trazó el anciano sacerdote en el cielo y en la tierra.

Por eso será cuadrado el gran templo del Capitolio, serán cuadrados y "a rumbo recto" los campamentos y las ciudades, mezclas de creencias tirrenas y costumbres de los hombres de las terramaras.

Y cuando veinte y cinco siglos después un descendiente de los etruscos que se llamará Bramante proyectará el templo máximo del Occidente en Roma, le dará planta cuadrada y lo dispondrá en forma de cruz; y cuando otro descendiente de los etruscos, Miguel Angel, proyectará la cúpula, la dividirá en diez y seis partes, como dividían el "templum" que trazaban en la tierra y en el cielo sus antepasados mientras hablaban con los dioses.

La construcción de un recinto sagrado implica una serie de ritos que deben cumplirse meticulosamente.

Cuando los augures han sacrificado tres animales que han pastado en el lugar en que se construirá la ciudad —y deben ser tres animales porque el número tres es sagrado— y cuando han observado que sus entrañas son sanas y que el hígado es perfectamente rojo y sin síntomas de enfermedad, se uncen al arado un toro blanco y una ternera blanca, el toro hacia el lado exterior de las futuras murallas y la ternera hacia el lado interior. El arado que debe trazar el surco seguirá el trayecto desde el septentrión hacia el occidente y volverá al punto de partida pasando por el mediodía y por el oriente, porque los terrones que vuelca deben quedar del lado externo del recinto. Llegado al occidente, al sur y al oriente deben dejarse tres aberturas en los muros, una en cada lugar; para esto el arado se levantará y será "transportado" a brazos durante el trecho donde irá la abertura. "Portare" quiere decir "llevar", por eso la abertura será llamada "porta", y "llevar a través de la puerta" es "trans-portar".

La puerta será el único sitio por el cual, siendo interrumpida la muralla y no habiendo pasado por el lugar que ella ocupa el sacro arado, podrá penetrarse en el recinto sin cometer sacrilegio. Penetrar en un recinto por la puerta es mucho menos grave que escalar los muros.

Entre la mayoría de los pueblos que componían la gran raza pelasga las puertas eran una abertura rectangular: la parte superior de esta abertura, el dintel, era rectilínea y estaba formada por una piedra única, mayor que las otras; entre los etruscos el dintel fué substituído por el arco y el techo plano por la bóveda, ambos importados de Asia por las inmigraciones indoeuropeas a la cual pertenecían los tirrenos, que se establecieron en el centro de Italia con el nombre de etruscos, y los sardanas que se establecieron en la isla de Cerdeña, isla que de ellos tomó el nombre.

Mientras los inmigrantes asiáticos que penetraron en Europa a través del Cáucaso, del Mar Negro y del Danubio construían en tierra firme las terramaras, otras inmigraciones procedentes de la costa de Asia Menor arribaban a Cerdeña y construían en aquella isla otros núcleos de ciudades utilizando como material la piedra en lugar de la madera.

Nacieron así los "nuraghi", enormes y misteriosos monumentos que se levantan en Cerdeña por millares (cuatro mil contó el profesor Spano).

Las dimensiones de los "nuraghi" varían desde 6 a 18 metros de diámetro de base y 10 a 20 metros de altura; algunos de ellos, los más antiguos, están construídos con piedras sin argamasa; otros, los más "modernos", con piedras unidas con argamasa. A veces estas construcciones están aisladas, a veces se encuentran agrupadas de modo que forman verdaderas ciudades, las que han sido —según Spano— "la cuna y la morada de aquellas primitivas razas que se establecieron en Cerdeña, formando el núcleo primero de federación natural de los hombres cuando abandonaron la vida nómade".

Los nuraghi son de planta circular, y como el círculo es la figura que encierra mayor superficie en el



Nuraghe de Abbasanta

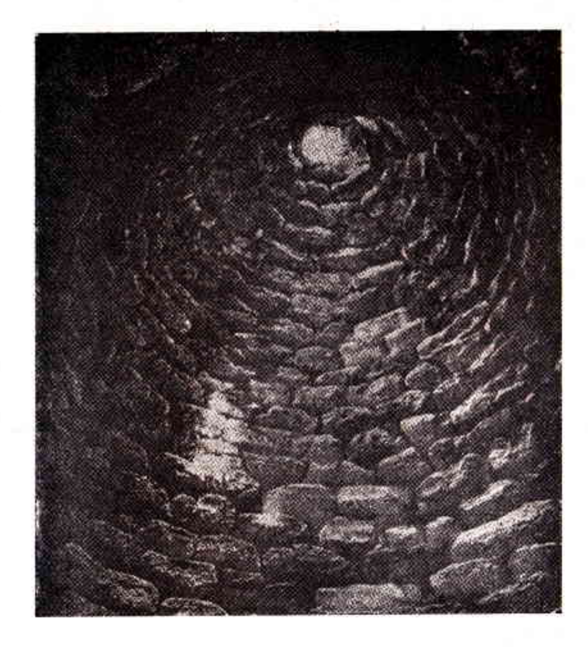
menor perímetro, parecería que los primitivos "ingenieros" supieron utilizar la mínima cantidad de material para encerrar un recinto que debía servir de habitación y, en caso necesario, de fortaleza.

Algunos nuraghi constan de una sola cámara de unos 50 metros cuadrados de superficie, cámara que termina con una bóveda peraltada formada con piedras planas que van cerrándose a medida que se acercan al centro; otros, en lugar de una sola cámara tienen varias en el mismo plano o superpuestas; en este último caso se accede de una a otra por medio de escaleras de piedra construídas en el espesor del muro o fuera de él. Todos los nuraghi están provistos de una puerta de entrada, a la derecha de la cual se encuentra siempre un nicho excavado en la piedra.

Pero la característica especial de los nuraghi es la bóveda, y debemos considerar sus constructores, los sardanas, como los verdaderos introductores de la bóveda en Europa.

Eran los sardanas uno de los "pueblos del mar" que junto con otros pueblos y con los tirrenos, a cuya familia pertenecían, invadieron el Egipto; y ambos, sardanas y tirrenos, procedían de Asia Menor y eran —según dijimos— pueblos de la gran raza pelasga. La traducción dada por el arquitecto Cavallazzi de la escritura etrusca —o tirrena— fundándose en el griego arcaico, indica claramente la procedencia pelasga, y por consiguiente asiática. Se explican así perfectamente los sistemas constructivos sardanas y tirrenos semejantes a los de Mesopotamia y Asia Menor.

La Mesopotamia, y especialmente la baja Mesopotamia, carece de madera y piedra, de modo que el material por excelencia era la arcilla, —a eso se debe el gran empleo de ladrillos, crudos y cocidos. Como el empleo de ladrillos crudos no permitía las grandes construcciones, se utilizaron los ladrillos crudos para el núcleo, reforzando después con ladrillos cocidos, y a veces con piedra, las partes en que era más necesaria la resistencia. El empleo del ladrillo tuvo como consecuencia la eliminación de pilastras y columnas, utilizadas tan profusamente en Egipto donde abunda la piedra; los techos se construyeron abovedados y los dinteles se transformaron en arcos. El



La bóveda de un Nuraghe en Isili

arco y la bóveda fueron en Caldea un producto del ambiente.

En Asiria abunda la piedra, pero los constructores caldeos utilizaron en Asiria los mismos sistemas que empleaban en su patria, y los Asirios estaban muy ocupados en domar las infinitas rebeliones de sus tambaleantes dominios para tener tiempo y capacidad en modificar los procedimientos constructivos caldeos. La bóveda y el arco pasaron de este modo, a través de Asiria, de Caldea a Asia Menor, y de Asia Menor a la Europa Mediterránea donde se desarrollaron sobremanera en Cerdeña y Etruria.

En Grecia encontraremos un ejemplo de cúpula en el llamado "tesoro de Atreo", o también "tumba de Agamenón", en Micenas. La cúpula, a la cual se accede por un corredor, fué construída al aire libre y después recubierta con tierra, de modo que lo subterráneo, el "tipo gruta" es sólo aparente.

El corredor antedicho, de 10 m. de ancho por 50 m. de largo, termina en la puerta de acceso a la cúpula, el dintel de esa puerta mide 8,15 m. por 6,30 m. y por 1,22 m.; su peso es —según Blouet— de 168.624 kilogramos.

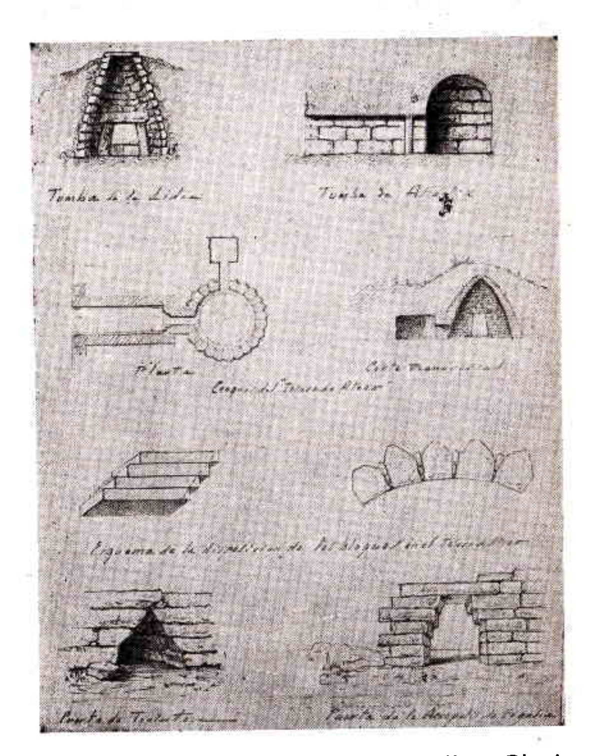
"Para colocar en obra semejante monolito —dice " Blouet con cierta ingenuidad— fué necesario el " empleo de poderosas máquinas, y podría deducirse " que ciertas leyes de la mecánica no debían ser des- " conocidas para los primitivos constructores".

Sobre el dintel hay un triángulo de descarga, donde tal vez existiría un bajorrelieve semejante al de la "Puerta de los Leones".

El recinto circular tiene un diámetro de 14,30 m. y está cubierto por una bóveda parabólica cuya altura en el centro es de 15,00 m.

Las piedras para la construcción de la bóveda están colocadas horizontalmente y sobresalen una de otra de un quinto de su dimensión; terminado el trabajo, las partes salientes fueron cortadas de modo que se obtuviera una superficie más o menos lisa que fué recubierta después con láminas metálicas.

Esta cúpula micénica corresponde a los Nuraghi de Cerdeña y a las cúpulas descubiertas en Asia Menor. En Asarlik, en la península de Alicarnaso que se



Tumba de la Lidia. - Tumba de Assarlik. - Planta y corte del Tesoro de Atreo. - Sección y planta de la colocación de las piedras en la bóveda del Tesoro de Atreo. - Puerta de Tirinto. - Arco de Figalia

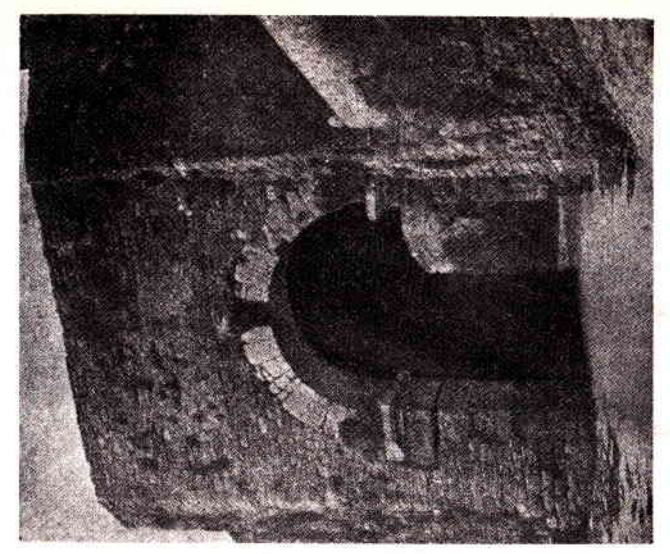
extiende al Sur de Asia Menor, existe una necrópolis con tumbas a cúpula subterránea semejante a la del Tesoro de Atreo, y en la Lidia es común el tipo de túmulo análogo a los Nuraghi. La diferencia estriba en que los túmulos fueron recubiertos de tierra después de la construcción, mientras los nuraghi se levantan al aire libre, ya que no son túmulos sino viviendas y fortalezas.

Encontramos así hermanados —contrariamente a la opinión de Mommsen— los Carios, los Lidios, los Tirrenos o Tirsenos (Etruscos) y los Sardanas, lo que confirma el relato de los antiguos historiadores. "Había —decían éstos— en la costa de Asia Menor un pueblo de estirpe pelásgica, llamado Meonio, dividido en varias ramas: los lidios, los tirsenos, los torebas y los sardanas. Algunas de estas ramas, atraídas hacia el mar por el deseo de piratería, dejaron la patria para hacer fortuna en otra parte".

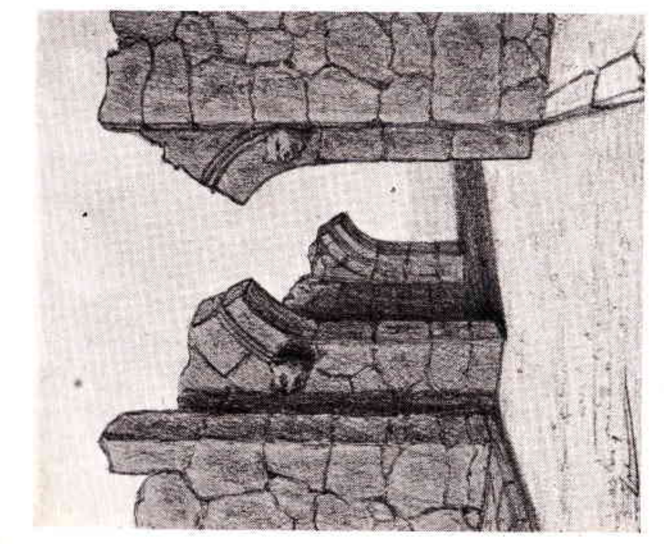
"La corriente de emigración dirigida hacia el valle del Nilo durante 150 años, continuó hacia el Oeste e inundó Italia mientras llegaban los Fenicios. Los Tirsenos desembarcaron al Norte del Tíber y los Sardanas ocuparon la gran isla que más tarde y también hoy es llamada Cerdeña".

En Cortona existe un túmulo que corresponde exactamente al túmulo lidio, con las piedras dispuestas en hileras horizontales. Cortona es la más antigua ciudad etrusca, la leyenda la supone anterior a Troya, más aún: supone que los de Cortona hayan fundado Troya, tanto que el oráculo de Apolo en Delo aconseja a Anquises, el padre de Eneas, volver con los supérstites del incendio de la ciudad a la antigua patria, Cortona, de donde salió Dárdano para fundar Troya.

Ya hemos citado la "Puerta de los Leones" de Hatusás, capital del imperio hitita, y la hemos comparado con la Puerta de Volterra, cuyo aspecto sombrío se relaciona con el carácter hosco y taciturno que se atribuía al pueblo etrusco. Y con el pasar de los siglos, ese carácter revive en sus descendientes y en las obras de sus descendientes, no sólo en la Edad Media y en el Renacimiento, sino en la Edad Moder-



Puerta etrusca en Volterra



Puerta de los Leones en Boghaz-Koi

na y Contemporánea; hay —por ejemplo— una muda conexión, una continuidad, entre la Puerta de Volterra, los arcos de la Plaza de la Señoría y los "cavalcavia" de la línea férrea que une Florencia con Bolonia.

Si bien el arco procede del Oriente, es en Etruria donde ese tipo de construcción se desarrolla sobremanera; de Etruria pasa después a Roma y de Roma se esparce por el Occidente.

Porque el arco indica la unión y la potencia; cada una de las piedras del arco, cada una de las dovelas, que arrancando de los piederechos terminan por unirse en la clave, no sería perfectamente estable sin las otras dovelas compañeras: éstas, al mismo tiempo que le impiden caer, la "costriñen" a permanecer en su lugar debido y a cooperar para que el arco pueda levantarse y sostener eficazmente la carga.

Por eso el arco, símbolo de unión y potencia, es esencialmente etrusco, como etrusca es la confederación de ciudades. La Confederación de doce ciudades substituyó a la "terramara" y a la ciudad libre y constituyó, por primera vez en la historia del mundo, el Estado tal como lo concebimos actualmente.

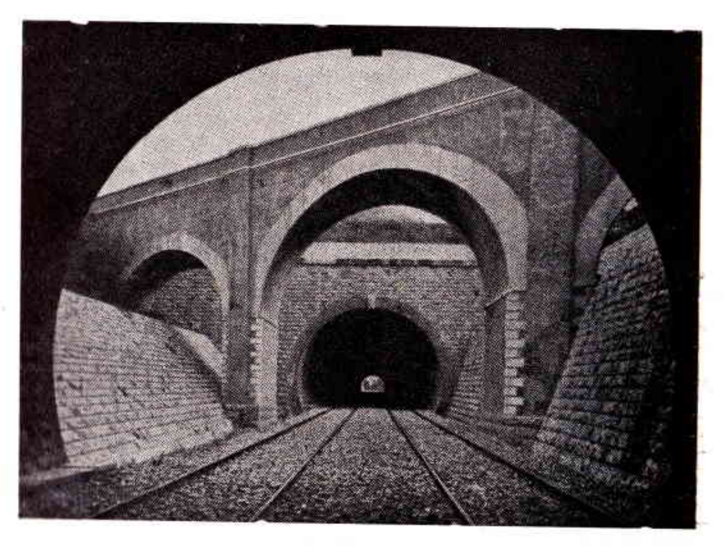
Los números místicos 12 y 3 son sagrados: 12 eran las ciudades confederadas y 12 los dioses "involutos". los dioses principales cuyo nombre arcano era desconocido. Doce dioses, doce ciudades: consejo federativo de los dioses en el cielo y consejo federativo de los hombres en la tierra. Doce millares de años debía durar el mundo; el año tenía doce meses y el zodíaco doce constelaciones; el día se dividía en dos partes de doce horas cada una, la libra etrusca tenía doce onzas.

El número 3 era también sagrado: cada ciudad debía tener tres puertas y tres templos: Etruria se dividía en tres partes, el rayo de Vedjovis, el dios fulgurador, es trífido; tres veces debían repetirse los antiguos versos sagrados mientras se golpeaba tres veces con el pie en la tierra; tres veces debían girar las tres víctimas alrededor de las mieses antes del sacrificio. El número 3 es místico y perfecto porque contiene el principio, el medio y el fin.

Como el dios supremo, el Destino, había dispuesto que Etruria debía durar 10 siglos, lo que por otra



Puerta etrusca llamada "Puerta de Augusto" en Perusa



"Cavalcavie" de la línea férrea entre Florencia y Bolonia. - Italia

parte efectivamente aconteció, el número 10 era también perfecto, y también lo era su cuadrado, 100. Y cuando un descendiente de los etruscos escribió un poema que la posteridad llamó "divino", lo dispuso en una continua armonía de números en que prevalecen el 3 y el 10.

El sistema de numeración era duodecimal; los etruscos no contaban por decenas como los otros pueblos itálicos, sino por docenas.

Los pueblos montañeses acostumbraban seguir el sistema decimal, sistema que necesita los diez dedos de las manos para ser representado, mientras los pueblos marítimos seguían el sistema duodecimal porque permite el mayor número de divisores.

Ya hemos visto usar el sistema decimal en China hace 47 siglos; el sistema duodecimal es Caldeo, de Caldea pasó a los hititas, de éstos a los lidios y por consiguiente a los etruscos, quienes fueron los primeros que en occidente contaron por docenas porque, además de constructores y agricultores, los etruscos eran marinos, los marinos más expertos del mundo; y conviene no olvidar que el Nuevo Continente lleva el nombre de un descendiente de los Etruscos.

El ancla es una invención etrusca; los otros pueblos navegantes amarraban los barcos con una cuerda; el ancla, como el arco, da idea de estabilidad, de fijeza.

Si la "puerta" era el único lugar de acceso pacífico a los recintos, el "puerto" era el único lugar de acceso pacífico a la Confederación, al Estado. El primer puerto construído en occidente fué obra de los Etruscos; la idea del puerto implica la idea de calma, de quietud, de paz; los puertos militares aparecieron en el mundo muchísimo después, cuando la humanidad fué más civilizada.

El primer puerto construído por los etruscos estaba situado cerca de la actual Spezia, y precisamente a Luni. Inútilmente se buscaría en los ocho mil kilómetros de costa que comprende el litoral itálico un sitio más adecuado para la construcción de un puerto como el que eligieron los etruscos para establecer el propio.

Por ese lugar la Confederación tenía contacto en sus primeros tiempos con las tierras lejanas, desde allí se comunicaba con Córcega y Cerdeña, las "islas sagradas", y establecía en ellas factorías; desde ese puerto salían las naves de velas cuadradas hacia el Egipto y el Oriente para traer mercaderías a la tierra de Etruria, a la tierra del misterio donde, por primera vez en la historia de Occidente, se construyó un puerto, se edificaron templos, se desarrolló la agricultura mediante obras hidráulicas, se difundió el arco y la bóveda, se inventó el ancla y la balanza que erróneamente llamamos "romana", se estudió la medicina y la meteorología y se inventó el pararrayo.

Ese pueblo de sabios taciturnos luchó en silencio contra la naturaleza donde ella es más hostil y más hermosa. Los obstáculos no los detenían: la llanura del Po era pantanosa, la transformaron en fértil y fecunda; la desembocadura del mismo río era malsana, construyeron canales que desaguaban en el mar y edificaron en la orilla una ciudad y otro puerto, Adria, que dió el nombre al mar de Oriente, al Adriático, como el nombre originario de ese pueblo, "Tirreno", lo había dado ya al mar de Occidente. "Hatrium" —palabra que pasó después al latín— era el local situado al ingreso de la casa, lo que nosotros aun llamamos "atrio", o con palabra nórdica "hall". La "ciudad-ingreso" a la Confederación tomó el nombre del local de ingreso a la casa, y fué llamada "Hatria".

La casa etrusca, con su vestíbulo, su atrio y los locales que circundan al atrio será adoptada después por Roma y se extenderá más tarde al occidente. Las calles descubiertas en Vetulonia están construídas como construirán más tarde las calles y las carreteras los romanos; y cuando los romanos quisieron sanear el valle comprendido entre el Quirinal, el Viminal y el Esquilino, llamaron artífices e ingenieros etruscos quienes construyeron la Cloaca Máxima para recoger las aguas que provenían de las tres colinas antedichas.

La "Maremma" (marisma), que muchos siglos después debía ser sinónimo de desolación y muerte, fué desecada y bonificada por los etruscos, surcada por

canales de irrigación y poblada por ciudades florecientes.

De todas las obras, de todos los descubrimientos, de todos los inventos de los etruscos, parte fueron utilizados por otros pueblos que se cuidaron de citar el origen, y parte quedaron sepultados en el olvido. Quien resuelve los problemas con asombrosa facilidad atribuye la cultura etrusca a la influencia griega, pero la verdad es muy otra. La cultura etrusca estaba en su máximo esplendor cuando Grecia aun no había nacido. "Los etruscos habían construído grandes obras —dice Tito Livio— cuando Eneas vino a Italia, y no solamente en la tierra, sino en el mar y por toda la extensión de Italia era famoso su nombre, desde los Alpes hasta el mar de Sicilia".

Y Eneas era anterior de tres siglos a Homero, para quien Italia era una tierra fabulosa, y anterior de tres siglos también a Hesiodo quien llama a los etruscos "los ilustres Tirrenos". Basta comparar la famosa 'quimera de Arezzo" y la no menos famosa "loba" —mal llamada romana porque en realidad es etrusca—, ambas notabilísimas en su extraordinario realismo, el mismo realismo que resalta en el bajorrelieve cretense; basta comparar —decíamos— estos bronces con las métopas de Selinunte; o el "Apolo de Veio" con la cabeza arcaica de Ptoion, todas ellas pertenecientes al siglo VI a. C., para que se note de inmediato la diferencia del grado de cultura entre Etruria y Grecia cuando estaban por terminar los 10 siglos que había establecido el Destino para la vida del pueblo etrusco.

La forma rebuscada con que el desconocido artista etrusco trató la crin de la loba "romana" indica el principio de la decadencia: Etruria terminaba cuando Grecia nacía: surgirá al contacto de la Etruria la cultura nueva en la Magna Grecia antes que en Grecia, y allí Pitágoras enseñará con el misticismo de los números que todo en el mundo es armonía.

El fin se acercaba, y cuando los etruscos sintieron que sus tiempos habían terminado y que un pueblo más grande, un pueblo que debía llenar la historia con su solo nombre, le venía a quitar la tierra y la



Ejemplo de realismo en el arte etrusco. La "Mater Matuta" (Siglo V a. C.)

vida, lucharon como héroes contra el destino, y fueron doblemente héroes porque sabían que la victoria y la vida huían de ellos.

Tal vez la seguridad que debían desaparecer de la faz de la tierra en un tiempo establecido por los Hados otorgó a los etruscos el carácter sombrío y taciturno, las prácticas arcanas y el culto misterioso del más allá, culto que renace en los artistas toscanos del pre-renacimiento. ¿Y quién sino un descendiente de ese pueblo taciturno, sombrío y misterioso podía osar aventurarse en el reino de ultratumba y narrar en un poema grandioso las penas horrendas y las glorias celestes como sólo podía concebirlas su genio formidable?

Porque si los etruscos desaparecieron del mundo, renacieron en sus grandes descendientes para vivir en la eternidad, y "Dante comienza donde el hombre termina".

En la tierra de Etruria se levanta una montaña alta que se llama Cécero. En la cumbre de esta montaña, un anciano de barba blanca y de largas y rojas vestiduras ondeantes al viento, con pequeñas hojas de apuntes en la derecha y un lápiz de Alemania en la izquierda, observa atentamente el horizonte, cerrado por la cadena de los Apeninos más azul que el azul del cielo.

Unos puntos oscuros aparecen a lo lejos, sobre las cumbres de las montañas hacia el oriente. Los puntos suben, se agrandan, se acercan: son seis halcones que vuelan en forma de cuña; pueden distinguirse perfectamente sus formas, puede verse el movimiento de las alas.

El anciano los observa atentamente mientras traza algunos dibujos en sus hojas de apuntes; ahora vuelan contra el viento con las alas extendidas y firmes, giran en círculos cada vez más grandes en el azul del cielo, luego continúan su vuelo hasta perderse de vista en el occidente.

Entonces el anciano escribe en una de las hojas, pequeña como una tarjeta, su vaticinio: "riempirá l'universo di stupore e riempirá di sua fama tutte le scritture, a gloria eterna del nido dove nacque".

El anciano es artista e ingeniero y uno de los más grandes hombres de que se enorgullece la humanidad: se llama Leonardo y escribe de derecha a izquierda, como escribían veinte y cinco siglos antes sus antepasados que ahora duermen el sueño eterno debajo de la tierra de Etruria, en la dulce tierra de Toscana, cerebro del mundo.

☆

VI

Las obras de Ingeniería en el Mediterráneo Oriental y Central desde el Siglo VI hasta el Siglo II a. C. — El trazado de las ciudades; los puertos: Alejandría, Cartago, Siracusa. — Los Faros. — La Mecánica en la Magna Grecia, Sicilia y Egipto

Dos palomas negras volaron desde el Egipto, una se dirigió hacia la Libia y otra hacia el Epiro, donde habitaba un pueblo, rama de los pelasgos, al cual los itálicos llamaban *Graes;* pero, por la costumbre de los itálicos de agregar la terminación *ci* a todos los nombres de los pueblos —como Os —ci, Tus —ci, Vols —ci, Falis —ci, etc.—, *Graes* se trans formó en *Grae—ci,* extendiéndose esa denominación no sólo a los que habitaban la península helénica, cuyo nombre primitivo era «Pelasgia», sino a los que habitaban las costas del Asia Menor.

El Sur de Italia, donde parte de los *Graeci* se habían establecido, siguiendo las huellas de los primitivos Pelasgos, y habían fundado ciudades mezclándose con los antiguos pobladores, se llamó «Magna Grecia» —la «Grecia Grande»— no por la extensión, porque su superficie es de sólo 60.000 km^2. contra los 117.000 km^2. que abarca la Grecia propiamente dicha, sino por causa de la riqueza, del lujo, de la gran población, del gran número de ciudades y del gran número de eruditos que de todas las regiones del Mediterráneo acudían a las escuelas de sabios y filósofos famosos.

Las ciudades se extendían a lo largo de las costas bañadas por tres mares: el Adriático, el Jonio y el Tirreno, en una longitud de más de 2.000 km. y en zonas donde el aire suave y la naturaleza exuberante hacían en aquel tiempo más dulce la vida.

Actualmente una de las líneas de ferrocarril que se unen en Bríndisis con la «Valija de las Indias», y que corre de este a oeste siguiendo el trazado de una antigua carretera romana, pasa por la ciudad que construyó Taras, hijo de Neptuno, y que del nombre del constructor se llamó Tarento; cruza un soberbio puente casi en la desembocadura del Brádano, atraviesa el gran túmulo que cubre la ciudad de Metaponto, pasa por las ruinas de Heraclea, de Síbaris y de Turi, llega a Crotona y continúa hacia el Sureste, entre las montañas, el bosque y el mar, a través de horribles gargantas y alegres jardines, entre blancas casitas, verdes olivares y ruinas grandiosas, hasta que se detiene cerca de la roca funesta donde Caribdis devoraba a los marinos que Escila había capturado.

Limitado en un extremo por Escila y Caribdis y en el otro por el Cabo Circeo, donde la maga Circe transformaba los hombres en bestias, se abre una especie de inmenso golfo que se extiende como un anfiteatro por setecientos kilómetros de longitud y encierra el mar más hermoso del mundo, el único mar que eligieron las sirenas para vivir en él y llevar a los navegantes a los jardines encantados que florecen debajo de las olas. Una sirena murió de amor y donde yacía su cuerpo fué construída una ciudad que de ella tomó el nombre: se llamaba Parténope, «ojos de virgen».

Todos los lugares del gran anfiteatro tienen los nombres armoniosos de las leyendas: Gaeta, la nodriza de Eneas; el monte Epomeo, que cubre el cuerpo de Tifón, el gigante; Miseno, el piloto de Eneas; Palinuro, el trompetero que osó desafiar a Tritón; Cuma, la patria de la Sibila; los Campos Flegreos, donde se reunieron los Titanes para atacar a Júpiter; los Campos Elíseos, el Aqueronte y el Averno, la entrada a los infiernos por donde Ulises y Eneas bajaron al reino de las sombras.

¿Qué otros poetas podían cantar las bellezas de ese mar a no ser Homero, Virgilio y Dante?

Al oriente está la región que tomó el nombre de Magna Grecia y que Sófocles llamaba «la Italia ilustre», la región donde nació la mecánica con Zapiro y Arquitas de Tarento y donde enseñaron Pitágoras y Zenón de Elea.

Elea era una de las tantas ciudades de nombre armonioso que hace veintiocho siglos existían en el gran golfo que comienza en Escila y Caribdis y termina en el Cabo Circeo; estaba situada cerca de los llamados «Puertos Velinos» que cantó Virgilio y uno de los cuales era tan grande que acogió toda la escuadra de Bruto después de la muerte de César.

En Elea habían nacido Parménides y Zenón, con quien nació también el concepto de lo infinitamente pequeño.

¿Puede un cuerpo en movimiento ocupar en el mismo instante dos posiciones distintas? Es evidente que no. Entonces debemos admitir que un cuerpo ocupa en un instante dado una sola posición, pero si un cuerpo ocupa una sola posición no está en movimiento, por consiguiente el movimiento no existe, es sólo una ilusión de nuestros sentidos.

Puede argumentarse que el cuerpo ocupa en el instante siguiente la posición siguiente: podemos concebir tan pequeña como se quiera la diferencia de espacio entre la posición inmediata y la anterior; pero, por pequeña que la concibamos, nunca es igual a cero. Si fuera igual a cero, el cuerpo no estaría en movimiento; pero no es cero, y sabemos que no es cero porque nos lo dicen nuestros sentidos; luego, el movimiento es una simple percepción de nuestros sentidos y no una concepción de nuestra mente.

Además, al decir que un cuerpo en un momento dado ocupa un lugar determinado en el espacio, implicamos que en este momento dado el cuerpo está en reposo en ese lugar; de modo que lo que llamamos *movimiento* no es más que una serie de reposos sucesivos.

Análogamente, lo que llamamos *pasado* y *futuro* no han sido o no serán más que una serie de instantes

presentes: pero el presente no tiene ni extensión ni duración, y como la extensión y la duración son las cualidades de la existencia, quiere decir que el presente no existe y, naturalmente, tampoco existen el pasado y el futuro. Todo es eterno e inmutable.

Aristóteles, posterior de tres siglos a Zenón, lo citaba como el «inventor del arte de razonar». En realidad la Escuela Eleática contrapuso el razonamiento a los sentidos y trató de demostrar que lo captado por los sentidos no es lo verdadero, y que cuando se pone en duda la existencia de las cosas resulta imposible probar que existen.

Seiscientos años antes de Cristo, la Escuela Eleática enseñaba que «nada deriva de la nada», lo cual fué repetido con otras palabras —«nada se pierde ni nada se crea en la naturaleza»— hace poco más de un siglo y medio. Agregaba la Escuela Eleática que «puesto que ninguna cosa puede pasar de la no existencia a la existencia, el todo no es más que una cosa única, inmutable y eterna».

Nuestros sentidos perciben el fenómeno transitorio y aparente, sólo la razón puede descubrir lo verdadero y lo real.

Nearco, tirano de Elea, hizo someter a Zenón a la tortura para que denunciara a los que querían derrocar la tiranía: Zenón se cortó la lengua de un mordisco y la arrojó al rostro de Nearco; éste lo hizo matar. Así murió Zenón, como un héroe. Después murió Nearco, después poco a poco el polvo de los siglos cubrió a Elea, y la ciudad desapareció debajo de la tierra como los restos de los «grandes puertos velinos» desaparecieron debajo del mar, y como desapareció y desaparecerá todo lo material, múltiple y corruptible; porque sólo la idea es una y eterna.

A unos cien kilómetros hacia el sureste de Elea, hay una región donde las montañas y el mar se alejan para dar lugar a una llanura atravesada por cuatro ríos, los cuales, después de precipitarse en cascadas tumultuosas, se extienden en la llanura para confundir sus aguas con las del mar Jonio.



Los "Puertos Velinos"

Los arrastres de los cuatro ríos han transformado aquella llanura en una zona pantanosa y malsana donde la malaria es endémica: nadie habita en ese lugar, las pequeñas y blancas casitas se han refugiado en los flancos de las montañas y desde allí miran asombradas hacia el mar lejano a través de las ciénagas que de él las separan.

Hace veintiocho siglos la llanura era tan malsana como lo es ahora, lo cual no fué obstáculo para que se estableciera allí una colonia mixta de Aqueos y Locrenses. La colonia se estableció cerca del último de los cuatro ríos, el cual se llama Crati, y, aunque parezca extraño, esta colonia mixta de griegos y calabreses eligió precisamente el lugar más insalubre de la región.

Los colonos comenzaron por profundizar los cauces de los ríos, después los endigaron y construyeron represas para detener la furia de las aguas, al mismo tiempo plantaron árboles y transformaron en bosque toda la llanura.

Por último, trazaron canales para la irrigación entre los cursos de agua y, saneados los pantanos y cultivadas las tierras, aquellos hombres de voluntad férrea tuvieron una zona admirable donde establecerse definitivamente.

La lucha contra la hostilidad de la naturaleza fué larga y terrible, pero la ciudad que surgió, triunfo de la inteligencia contra la adversidad, otorgó a los habitantes innumerables riquezas.

El valle del Crati produjo trigo al cien por uno, las colinas produjeron uva en abundancia, de las montañas y de los bosques llegaban pieles, lana, miel, madera y metales. Y la ciudad fué la más opulenta y la más poderosa del Mediterráneo; tan grandes eran sus riquezas que ahora, después de 28 siglos, aun citamos a sus ciudadanos como ejemplo del buen vivir: la ciudad se llamaba Síbaris.

Los sibaritas vestían como reyes, utilizaban púrpura y biso del Jonio, usaban tapices y alfombras de Persia, espejos de Etruria, marfil de la India, perfumes de Arabia: utilizaban candelabros y vasijas de oro y disponían de un ejército formidable.

Con ese ejército habían conquistado la hegemonía en la Magna Grecia después de aliarse con la ciudad

de Metaponto. Y con la hegemonía los sibaritas pudieron descansar tranquilamente, porque la principal ocupación de los descendientes de aquellos primitivos Ingenieros que endigaban ríos y desecaban pantanos era el descanso. Todas las artes que podían causar ruidos molestos: herreros, carpinteros, talladores de piedra, debían ser ejercidas fuera de la ciudad para no incomodar el descanso de los sibaritas. Se decía que un sibarita no pudo conciliar el sueño porque tenía un pétalo de rosa debajo de la almohada.

Pero cerca de Sibaris estaba Crotona donde enseñaba Pitágoras. Pitágoras había hecho de Crotona una ciudad de acero; los ciudadanos nacían atletas porque lo principal, según las máximas de Pitágoras, era la elección de las parejas que debían procrear nuevos ciudadanos. En todo criadero de animales se cuida la selección de los padres: ningún jardinero injerta sobre plantas enfermizas, sólo el «animal hombre», sólo la «planta hombre» tiene libertad absoluta de reproducción.

«Los óptimos deben unirse con los óptimos para que los hijos nazcan sanos mentalmente y físicamente»; ésta era una de las máximas de Pitágoras.

Cretona tenía, pues, hombres de acero y mujeres hermosísimas. Zeusi, el célebre pintor de Heraclea, recorrió todos los países en busca de una modelo para un cuadro que debía representar a Venus; no encontró en ninguna parte modelos perfectas, pero en Crotona encontró una modelo en cada mujer que vió. Y en cuanto a la perfección y fuerza física de los hombres, solía decirse en el Mediterráneo que «valía más un hombre de Crotona en las Olimpiadas que todos los griegos juntos».

Y, puesto que «todo en el mundo es armonía», la fuerza física «estaba en armonía» con el intelecto. La Escuela Pitagórica, o Escuela Itálica, formó verdaderas celebridades: pertenecían a esa Escuela, entre otros, Timeo, Ocello, Filolao, Niceta, Zopiro, Arquitas y los médicos Alcmeón y Democedes. Los médicos de Crotona eran los primeros del mundo; de la Escuela de Crotona derivan las de Cnido y Coos.

El suegro de Democedes, Milón de Crotona, era también discípulo de Pitágoras y es famoso por sus hazañas de gigante y de estratega. Se sabía, por ejemplo, que de un golpe de puño había matado un toro, y con una sola mano había detenido cuatro caballos lanzados a carrera desenfrenada.

Este era el ambiente de Crotona en el Siglo VI a. C. cuando Síbaris cometió el error de asesinar a una embajada compuesta de treinta miembros y enviada por aquella ciudad. Inmediatamente, en una campaña de setenta días, una armada crotoniana formada por cien mil hombres mandados por Milón, derrotó al formidable ejército de Síbaris cerca del río Traente, penetró en Síbaris, la destruyó completamente y, para que nada quedara, desvió el curso del Crati a fin de que sus aguas pasaran por donde antes estaba la ciudad.

No habían pasado tres siglos, los 300 años fatídicos que dura toda hegemonía, desde que los primeros ingenieros habían regularizado el curso del Crati, cuando las aguas de este río cubrieron las ruinas de la ciudad más opulenta del mundo.

Después de «haber hecho justicia» con los sibaritas, el pueblo de Crotona resolvió hacerla con sus propios gobernantes, porque éstos, en lugar de repartir las tierras de Síbaris entre el pueblo, habían dispuesto que aquéllas debían pertenecer al Estado.

Se supuso que los hombres de gobierno eran aconsejados por los Pitagóricos, en consecuencia el pueblo asesinó a todos los hombres de gobierno y a todos los pitagóricos que residían en Crotona. Pitágoras se encontraba en Metaponto y, naturalmente, el pueblo no pudo asesinarlo, pero le incendió la casa y le prohibió volver a Crotona.

Pitágoras continuó en Metaponto sus enseñanzas y allí acudían los discípulos del Sur de Europa, del Oeste de Asia y del Norte de Africa. En Metaponto enunció los dos célebres teoremas que llevan su nombre: «El cuadrado de la hipotenusa es igual a la suma de los cuadrados de los catetos», y «La suma de la serie de los números impares es igual al cuadrado del número de términos de la serie».

Saldríamos del tema si nos detuviéramos en la historia de los descubrimientos y de las teorías pitagóricas: conviene recordar, empero, que —según Pitágoras— «el número tiene una existencia real» y que «el fin de toda filosofía natural es substituir a las concepciones cualitativas relaciones cuantitativas, porque *las cosas son números*». «Todas las cosas conocidas poseen un número —sostenía la Escuela Pitagórica— y nada podemos conocer ni comprender sin el número». Veinticinco siglos después, Lord Kelvin dirá lo mismo con otras palabras: «Vuestros conocimientos —dice Lord Kelvin— dejarán de ser precarios cuando podréis expresarlos con números».

Los pitagóricos sostenían también que, del mismo modo que el principio de la serie natural de los números es la unidad, así el principio real de todas las cosas es la unidad absoluta: la mónada. Y, del mismo modo que cualquier número puede descomponerse hasta llegar a la unidad, así también la materia puede descomponerse hasta llegar a la unidad; cuando llega a la unidad no es más materia, es espíritu, es energía.

Un razonamiento semejante nos llevaría actualmente al extremo límite de la división atómica.

Pitágoras halló las leyes que rigen las vibraciones de las cuerdas, estableció la llamada «gama de Pitágoras», usada hasta el Siglo XVI d. C. cuando fué substituída por la gama de Zarlino, que es la que usamos actualmente, y —después de haber demostrado que, a igualdad de diámetro y tensión de una cuerda, la longitud de la misma es inversamente proporcional al cuadrado del número de vibraciones,— dedujo por analogía que los cuerpos deben atraerse con una fuerza cuya intensidad es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa, atracción que los obliga a describir órbitas curvilíneas cuando se les ha imprimido una fuerza en dirección distinta a la línea que los une.

El descubrimiento de esta ley de la Mecánica es anterior de 22 siglos a la época en que Newton enunció su célebre ley, y constituye otra comprobación que «toda la ciencia nueva se encuentra en los libros viejos».

Además, sostenían los pitagóricos que la forma

perfecta es la esfera porque en ella todas las atracciones son iguales: luego el Sol, la Tierra y todos los demás astros son esféricos y todos los planetas giran alrededor del Sol, cuyo centro es el centro de atracción.

Para no salir del tema —repetimos— no continuamos citando los principios pitagóricos, los que fueron escritos en los «Versos Aureos» compuestos por Líside de Tarento, uno de los discípulos de la Escuela y, al mismo tiempo, maestro de Epaminonda y de Filipo de Macedonia.

Las enseñanzas fueron impartidas primero en Crotona y después en Metaponto, según dijimos. De la antigua Crotona queda en pie una columna del templo de Hera Lacinia, frente al mar; de Metaponto —la ciudad «entre dos mares»— que acogió a Pitágoras, queda el nombre en una estación de ferrocarril. La tierra cubre las antiguas moradas y los antiguos moradores formando una colina. Al sur existía el puerto, pero ahora no hay más que una laguna baja rodeada de terrenos pantanosos. Hacia el norte se divisa una elevación y cerca de antiguos depósitos revestidos de terracota que proveían de agua a la ciudad, hay un camino que lleva a aquella elevación. Siguiendo ese camino se alcanza a ver entre las ramas de un bosque de olivos las columnas de un templo: se llaman «Tablas Palatinas» o «Mensae Imperatoris», en ese templo enseñaba Pitágoras. Al excavar se han encontrado dos esqueletos.

De las treinta y dos columnas que tenía el templo, quedan quince en pie; cerca de la novena columna, entre las piedras del templo nació un árbol y sus ramas se extienden entre los capiteles. Dice la leyenda que las raíces del árbol se hunden hasta tocar la cumbre de un molino que muele el oro debajo de la tierra; y el molino muele eternamente para dar polvo de oro y esparcirlo por el mundo.

Crotona y Metaponto estaban en la costa del Mar Jonio, y también «cercada por las azuladas ondas del mar Jónico —canta Lucrecio— está la isla famosa, cortada en triángulo que, separada por estrecho y tortuoso canal de los promontorios de la tierra de Italia, oye el mugir de la espantosa Caribdis y siente



Las "Tablas Palatinas". - Restos del Templo de Apolo en Metaponto

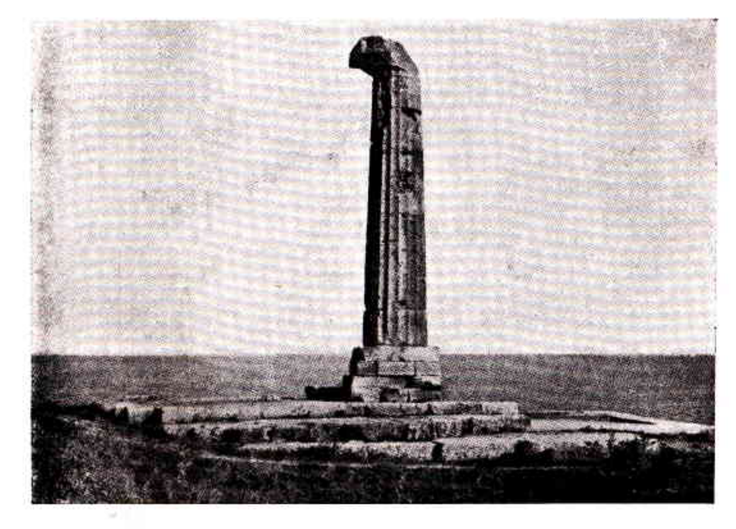
el tremer del ruidoso Etna». «Región admirable, llena de prodigios, fecunda en bellezas, contemplada con estático embeleso por la especie humana, enriquecida con dones copiosos naturales y guardada por esforzados varones».

Lo anterior es parte del himno que en «De Natura Rerum» Lucrecio eleva a Sicilia, la tierra de Ceres y Proserpina donde —según Diodoro Sículo— «el trigo nace sin cultivarlo y en algunas zonas nace y madura en dos meses y rinde el cien por uno»—, la tierra fabulosa de los Cíclopes y punto de arribada de todos los héroes, desde Hércules y Ulises hasta Dédalo. En Sicilia —dice la mitología— Dédalo inventó la sierra y «creó monumentos y máquinas con singular artificio».

Los primeros habitantes de Sicilia eran Sicanos y Sículos; estos últimos eran uno de los «pueblos del mar» que invadieron el Delta del Nilo, y fueron con los lígures los primeros habitantes de las dos colinas, el Palatino y el Esquilino, donde más tarde debía ser Roma. Posteriormente, los lígures se retiraron hacia el norte y los sículos hacia el sur, hasta que se establecieron en la isla que de ellos tomó el nombre.

Entre los dioses nacionales sículos estaban los «Pálicos», dos hermanos gemelos hijos de la ninfa Etna. En Sicilia, cerca de la actual ciudad de Palagonia, había dos cráteres alrededor de los cuales se reunía el pueblo para resolver toda divergencia que se hubiera suscitado. Las aves no pasan sobre los cráteres, los pequeños animales mueren si se les obliga a acercarse, los caballos y los bueyes empujados en el agua respiran con dificultad y no tardan en morir; el hombre que recorre las orillas es atacados por vértigos y hemicrania.

En estos lagos residían los «hermanos Pálicos»; ahora no residen más allí porque la fantasía popular substituyó los Pálicos por la «Señora Hada». *Na fata*, apocopado en *Na f'ta*. Y he aquí que llegamos de los Pálicos a la causa de las emanaciones que desprenden los lagos y a la etimología del nombre del combustible moderno por excelencia. *Nafta* es palabra siciliana y quiere decir «la Señora Hada»:



Restos de Crotona: columna del Templo de Hera Lacinia

palabra derivada de creencias populares y perfectamente aplicada.

Ciento cuarenta ciudades en unos veinticinco mil kilómetros cuadrados de superficie se contaban en Sicilia, presa codiciada por Cartago, la naciente potencia fenicia que acechaba desde el Occidente.

Si los sículos eran «pueblos del mar», no lo eran menos los cartagineses, como buenos descendientes de fenicios. El puerto, mejor dicho, los puertos de Cartago desde los cuales salieron las innumerables flotas que corrían el mar, habían sido excavados por la mano del hombre en una superficie de 231.617 m^2.

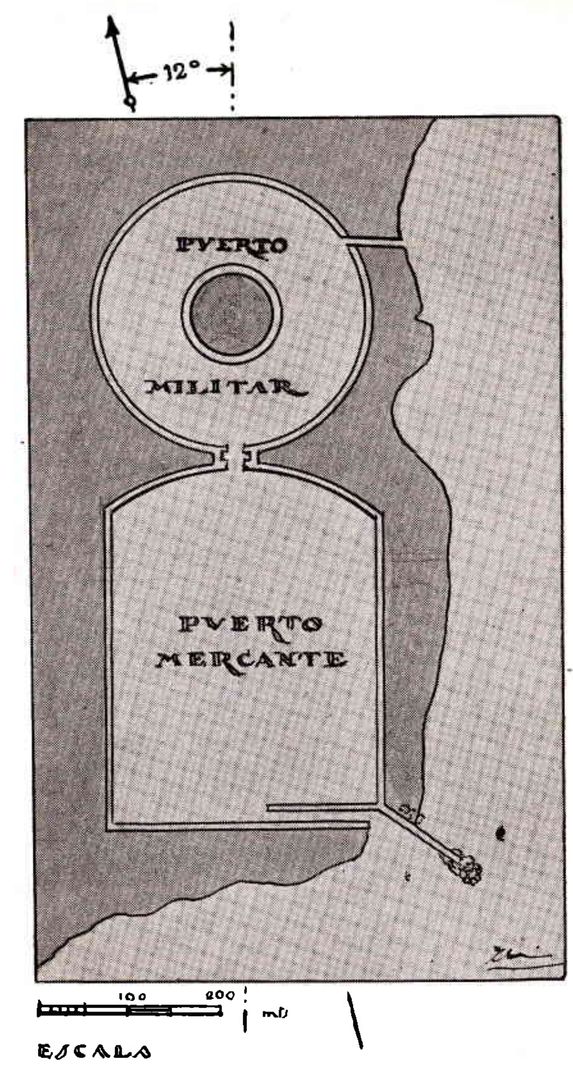
El puerto mercante, de 148.200 m^2. era rectangular y de él se entraba al «Cotón», destinado a los buques de guerra y provisto de 22 dársenas. En el centro del Cotón había una isla y en el centro de la isla estaba el palacio del almirante cuyas órdenes eran trasmitidas por medio de sonidos de trompas o por medio de señales ópticas. El Cotón estaba rodeado por un parapeto y por una amplia calzada alrededor de la cual 440 columnas formaban un espléndido pórtico circular. Otro pórtico semejante rodeaba la isla, de modo que el conjunto estaba muy lejos de parecerse a nuestros puertos actuales.

Las maniobras de los buques de guerra no eran visibles desde el puerto mercante porque una doble muralla los dividía.

Además de estos dos puertos, los Cartagineses habían construído una gran dársena en el golfo y transformado el lago de Túnez en otro puerto que les servía para reunir las flotas en tiempo de paz.

Estos eran los refugios donde los cartagineses guardaban sus naves mercantes y las cuevas desde las cuales, después de haber conquistado un imperio que se extendía desde el Ebro hasta la Cirenaica, Cartago debía lanzar una flota de doscientos barcos y un ejército formidable sobre Sicilia. Pero defendía Sicilia «la más grande de las ciudades y la más hermosa de todas las ciudades» según el testimonio de Estrabón, Diodoro, Tito Livio y Cicerón. Esta tan alabada ciudad era Siracusa.

La leyenda dice que cuando Arquía pidió al oráculo el medio de conseguir riquezas, el oráculo le con-



Esquema de los puertos de Cartago

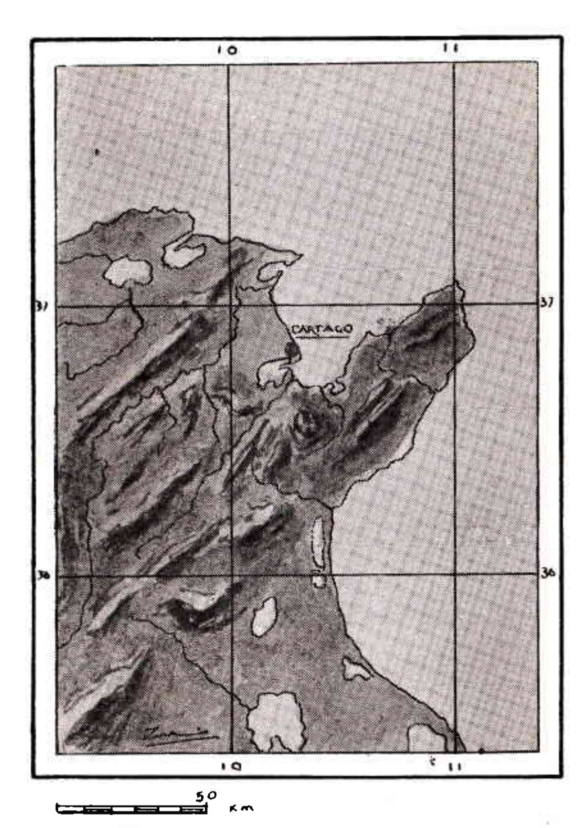
testó que fuera a la isla Ortigia «donde el Alfeo mezcla sus aguas con las de la hermosa Aretusa».

Arquía llegó con algunos compañeros al lugar indicado, se establecieron allí, y de este modo nació Siracusa en el año 732 a. C. Dos siglos después Siracusa era la ciudad más grande del Mediterráneo, cuando ya Síbaris era destruída por la armada de Crotona. Acueductos admirables excavados en la roca proveían de agua a la ciudad; otro acueducto submarino llevaba el agua hasta la isla Ortigia. Amplias avenidas con espléndidos pórticos, templos a Júpiter Olímpico, a Minerva, Diana, Baco, Ceres y Proserpina, adornados de pinturas, de estatuas de oro, de decoraciones magníficas, y un teatro famoso, capaz de catorce mil espectadores, adornaban la ciudad. «Grande monumento es el teatro —anota D'Annunzio— donde habla, después de tantos siglos, el Infinito, única persona del drama eterno».

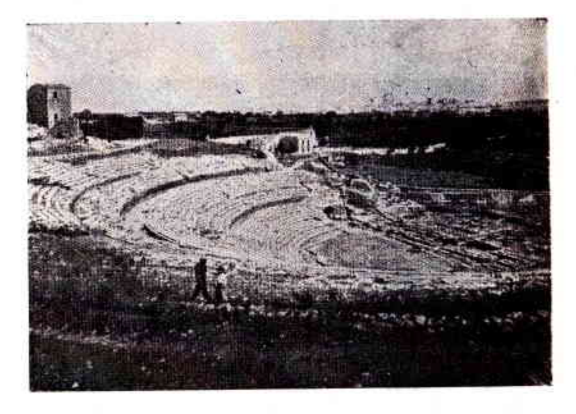
La planta del teatro es elíptica, planta que tiene la ventaja de estar de acuerdo con las exigencias visuales de los espectadores, dar al monumento una mayor armonía de líneas y contribuir a otorgarle una acústica maravillosa. Muchos físicos eminentes han tratado de estudiar las causas de esa acústica extraordinaria no igualada en ningún otro teatro ni antiguo ni moderno, pero sólo han podido llegar a comprobar los conocimientos que debía poseer Demócopos, el proyectista del teatro, para conseguir que los más alejados de la escena, entre los 14.000 espectadores, pudiera percibir —como se percibe actualmente— la más leve inflexión de voz de los actores.

El gran puerto de Siracusa, puerto llamado «marmóreo», se abría hacia el Este, con una entrada de cerca de 1.500 metros limitada por la «isla Ortigia». Comprendía una gran ensenada de unas 800 hectáreas de superficie dividida en puerto militar y puerto mercante. Al norte de ese gran puerto, entre la «isla Ortigia» y la costa, había otro puerto más pequeño, de unas 40 hectáreas.

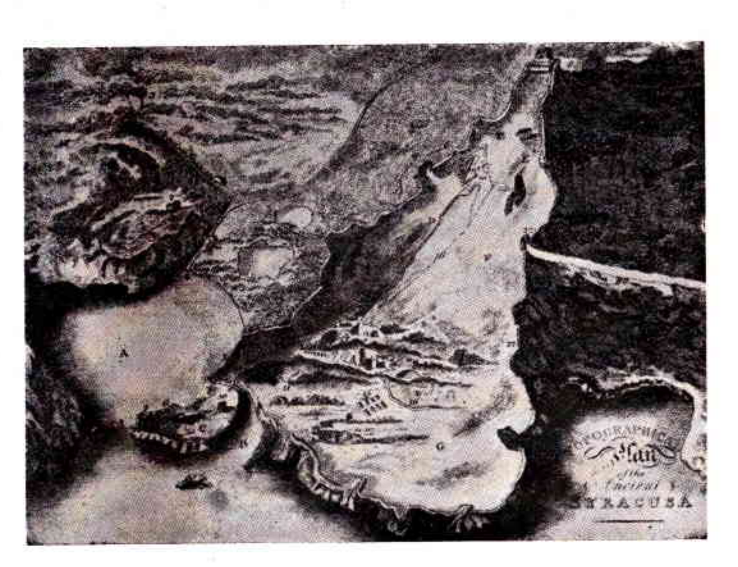
Al Norte, sobre una altura dominando el puerto estaba el «Epipolai», rodeado de murallas en una longitud aproximada de 20 kilómetros, ampliada



El Golfo de Túnez y los puertos naturales de Cartago



Teatro de Siracusa



Puerto de Siracusa. - A) Puerto grande; B) Puerto pequeño; C) Isla Ortigia. Ciudad moderna; D) Muros primitivos; E) Muro de Dionisio; F) y G) Espacio ocupado por la ciudad antigua

después por Dionisio el Viejo hasta una longitud de 35 km. Dionisio construyó también en el extremo oeste de las murallas el célebre «castillo Eurialo» que con una complicada red de galerías, con sus fosos y sus muros, quedó como ejemplo de esa clase de construcciones.

Cuando, en el siglo V a. C., Amílcar llevó la armada cartaginesa en Sicilia, Siracusa estaba en la plenitud de sus fuerzas y no podía dejar de oponerse al predominio cartaginés. Uniendo su ejército, mandado por Gelón, al de la ciudad de Agrigento, atacó a los cartagineses en Himera y los destrozó completamente. La derrota fué tan desastrosa que aquéllos dejaron 150.000 muertos en el campo de batalla y tan grande cantidad de prisioneros que se decía que «quien quería ver Africa debía ir a Sicilia».

Deshecho por el momento el poderío cartaginés. otra potencia marítima perturbaba la hegemonía siracusana; esta potencia era Atenas cuya flota había vencido a la escuadra Persa en Salamina el mismo día en que fueron destrozados los cartagineses en Himera.

Atenas no es ciudad marítima, pero tiene su puerto en el Pireo, distante unos 8 km. de Atenas. Los muros de esta ciudad fueron construídos por Temístocles, quien en el 493 a. C. construyó también el Pireo encargando del trazado de la ciudad a Hipodamo Milesio. Para asegurar las comunicaciones entre la ciudad de Atenas y el Pireo, Cimón construyó los llamados «Muros Largos», o sea el muro septentrional y el «Falérico». Pericles substituyó el Falérico por el llamado «Muro del Medio», paralelo al septentrional: pero todos ellos fueron destruídos por Lisandro después de la guerra del Peloponeso. Conón reconstruyó el Septentrional y el del Medio; entre ambos muros, que eran paralelos, corría la carretera militar de un ancho de 200 metros. El tráfico se desarrollaba por otra carretera construída al Norte del Muro Septentrional, —esta carretera unía la ciudad de Atenas con el Puerto del Pireo.

El «Puerto del Pireo» se componía en realidad de dos puertos: —el Chantarus— al Noroeste, y otro —el Lea— al Sureste. El Chantaro se dividía a su

vez en dos, con una superficie total de 60 hectáreas: el puerto militar al Sur y el puerto mercantil al Norte.

Rechazados los cartagineses, derrotados los etruscos, los siracusanos podían recorrer libremente el Mediterráneo occidental y Atenas el Oriental. Para levantar los ánimos abatidos por la guerra del Peloponeso, Atenas creyó conveniente enviar una flota y un ejército a sitiar Siracusa; el ejército de Atenas fué hecho prisionero y la flota ateniense fué capturada por los siracusanos.

Vencidos los etruscos, los cartagineses y los griegos, Siracusa dominó incontrastada el Mediterráneo hasta que no sobrevino —como suele suceder— la decadencia. Su puerto fué el mayor del mundo hasta que ese lugar —como suele suceder— no fué ocupado por otro puerto: el de Alejandría.

Alejandro llevaba consigo sabios e ingenieros —ejemplo que debía seguir veintitrés siglos después Napoleón—, y la obra de los sabios e ingenieros que seguían la expedición de Alejandro fué indudablemente más duradera, mucho más duradera, que la de sus conquistas.

Hay en la desembocadura del Nilo, al Oeste del Delta, un gran lago que se llama Mareótide al cual es fácil el acceso desde el Nilo y desde el Mediterráneo; por consiguiente el sitio es muy adecuado para fundar allí una ciudad. En el año 331 a. C. Dinócrates, uno de los ingenieros que acompañaban a Alejandro proyecta y comienza la construcción de una gran ciudad en la faja de tierra comprendida entre el Mareótide y el Mediterráneo, disponiendo las calles de tal modo que los vientos etesios, o sea los que soplan anualmente desde el Norte después de la canícula, tiemplan el aire y lo purifican al atravesarlas libremente. El ancho de las calles era de 100 pies, trazadas todas en ángulo recto; dos de ellas eran las principales; una de Norte a Sur y otra de Este a Oeste, cortándose ambas en una gran plaza. La calle que corría de Este a Oeste, terminaba en dos puertas: Puerta del Sol, al Este, y Puerta de la Luna al Oeste. La planta de la ciudad tenía la forma de la clámide macedónica, o sea aproximadamente rectangular, y estaba dividida en cinco regiones indicadas con las cinco letras del alfabeto.

La provisión de agua potable a las cinco regiones se efectuaba por medio de tuberías subterráneas en una longitud de veinticinco kilómetros.

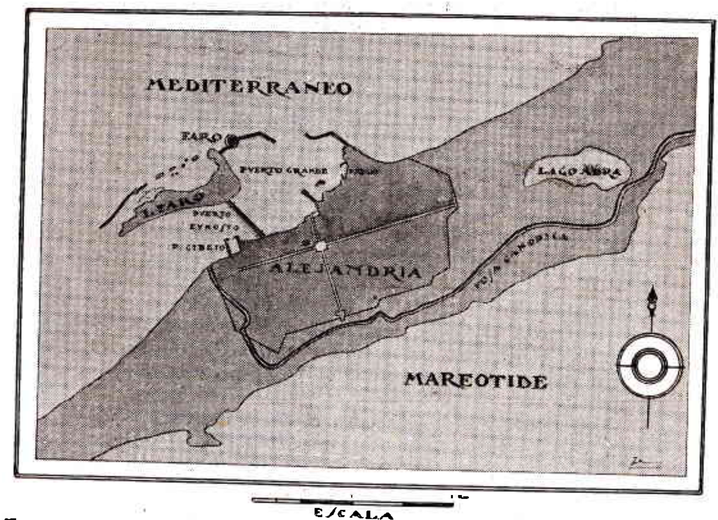
La ciudad se llamó Alejandría, y su lugar de emplazamiento fué tan bien elegido que los veintitrés siglos transcurridos no influyeron para que continúe siendo el emporio entre Europa, Asia y Africa.

El proyecto de Alejandro era grandioso, como todos los que concibió su mente. Alejandría debía ser el extremo de la línea en cuyo otro extremo estaba Babilonia; a través de esa línea, de ese eje, Europa, Asia y Egipto se unirían en un solo conjunto. Construiría ciudades en Europa y en Asia como las que ya había construído, y poblaría las ciudades europeas de asiáticos y las asiáticas de europeos; después levantaría otros templos y además una gran pirámide, mayor que la de Keops, para depositar en ella las cenizas de Filipo, su padre.

Estos proyectos gigantescos comenzaron con la fundación de Alejandría y de las otras ciudades que esparció en su recorrido por el Asia, continuaron con la regularización de los cauces del Tigris y del Eufrates que el tiempo había llenado de bancos de arena, y con la reconstrucción de los canales de la Mesopotamia y de Babilonia, la que adquirió de nuevo su antiguo esplendor.

Pero, Europa y Asia continuaron separadas por un abismo, Dodona esperó en vano el gran templo que debía levantar el más grande descendiente de los Pelasgos en la tierra que había sido su cuna; el 30 de mayo del año 324 a. C., Alejandro murió en Babilonia y de todos los proyectos gigantescos sólo quedó, desafiando los siglos, el «otro extremo de la línea», la ciudad de Alejandría.

Al Norte de Alejandría estaba la isla de Faro; Tolomeo I «Lagos», a quien tocó el Egipto a la muerte de Alejandro y después de las guerras de los diadocos, había hecho unir esta isla a la tierra firme por medio de una diga de mil doscientos sesenta metros, la que transformó la isla en una península. Desde ésta partía una escollera hasta un islote y otra desde el islote hacia el oeste. Una tercera escollera partía de la tierra firme hacia el noroeste y



Esquema de la ciudad y puerto de Alejandría (siglo III a. C.)

encerraba con las anteriores el «Puerto Grande». Hacia el Sureste, y separado del Puerto Grande por la diga antedicha, estaba el «Puerto Eunosto»; el área de cada puerto era de unas 60 hectáreas, y las aguas de ambos comunicaban porque la diga que unía la tierra firme a la isla de Faro comenzaba y terminaba con un puente en cada extremo. Dos grandes dársenas, la «Cibeto» en el Puerto Eunosto, y la «Regus» en el Puerto Grande, completaban con los muelles las obras portuarias.

Tolomeo Lagos había hecho proyectar y comenzado a construir por Sóstrato una torre en el islote cercano a la isla Faro, para que, encendiendo el fuego en su cúspide, anunciara a los navegantes la cercanía del puerto; pero, antes de terminarse los trabajos, Tolomeo abdicó a favor de su hijo Tolomeo II Filadelfo, porque «más glorioso que reinar es ser padre de un rey». Tolomeo II continuó las obras del padre y llevó a término los trabajos que aquél había empezado. Construyó dos nuevos puertos sobre el Mar Rojo, el de Berenice y el de Miosormos, una carretera para unir aquel mar con Alejandría, y terminó en el año 284 a. C., o sea en el primer año de su reinado, la torre proyectada por Sóstrato.

Del nombre de la isla cuya cercanía indicaba aquella construcción, todas las que tuvieron el mismo objeto fueron llamadas «Faros». Se dice que el Faro de Alejandría, una de las siete maravillas del mundo, tenía una altura de 200 metros y que la luz alcanzaba una distancia de 10 leguas marinas. La verdad es que la altura y el alcance coinciden, porque de un cálculo muy sencillo se deduce que para la visibilidad a tal distancia, la torre debía ser alta 216 metros; para esa altura correspondería una base de unos cincuenta metros de diámetro.

Además, debe admitirse la existencia de un espejo cóncavo para concentrar la luz; y, sabiendo la gran maestría con que los egipcios fabricaban el vidrio, puede suponerse perfectamente que el tal espejo fuera de vidrio, más fácil de trabajar y más liviano que el metal.

Una inscripción llevaba el nombre de Tolomeo Filadelfo, pero Sóstrato hizo grabar el nombre del

rey en el revestimiento de mezcla; debajo, esculpida en la piedra, había hecho poner otra inscripción: «Sóstrato de Cnido, hijo de Desífano, levantó a los dioses salvadores para salud de los navegantes».

Pensaba Sóstrato que, al pasar el tiempo, la inscripción con el nombre de Tolomeo habría caído, quedando sólo el nombre de él, autor y constructor del Faro. Pero, como es sabido, cayó la inscripción con el nombre del rey, y cayó también la que llevaba grabada en la piedra el nombre de Sóstrato, porque un terremoto derrumbó una de las siete maravillas del mundo. De ella sólo nos queda la admiración hacia aquellos grandes constructores que levantaron la torre para «salud de los navegantes», supliendo con el talento la falta de medios constructivos y mecánicos que disponemos actualmente.

El Faro de Alejandría era un símbolo, porque la Escuela Alejandrina era un oasis de paz entre el fragor de las guerras. A ella acudían los sabios de todas las regiones del Mediterráneo: Hiparco, desde Nicea; Euclides, desde Fenicia; Eratóstenes, desde Cirene; Apolonio, desde Pérgamo. En la misma Alejandría nació Herón, físico y matemático, quien utilizó, por primera vez en la historia, la fuerza del vapor para producir movimiento. El aparato que ideó Herón se encuentra descripto en todos los textos de Física Elemental; se le llamó y se le llama aún «eolípila», «puerta de Eolo». Es sabido que en la eolípila el vapor que sale de dos tubos acodados, colocados en sentido contrario en los extremos de un diámetro de una esfera, obliga a girar la esfera, por reacción, alrededor de un eje perpendicular al diámetro antedicho.

Tuvieron que transcurrir veintidós siglos para que nos apercibiéramos que el motor de mayor rendimiento es el que tiene el mismo principio de la eolípila de Herón, el motor «a reacción».

Hemos dicho que la Mecánica tuvo su cuna en la Magna Grecia y precisamente en Tarento; de Magna Grecia pasó a Sicilia donde impidió que la luminosa civilización de la isla fuera presa de la tenebrosa civilización cartaginesa. En el siglo IV a. C., la armada de Cartago, mandada por Imilcón

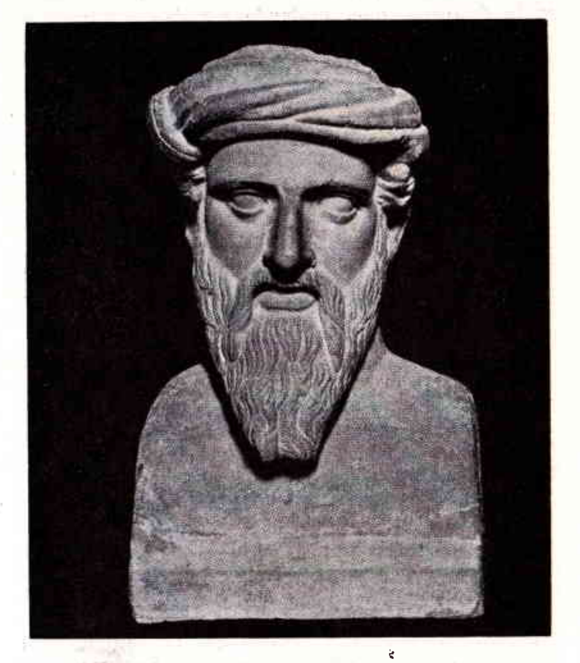
fué desbaratada por los Siracusanos gracias a las gigantescas máquinas ideadas por Arquitas y Zopiro.
«Ninguna clase de máquinas —dice Vegecio— es « más poderosa que éstas. Los grandes proyectiles « que arrojan no solamente dejan fuera de combate « a los hombres y caballos, sino que destruyen los « grandes edificios de los enemigos. Las balistas y « los onagros son las más grandes máquinas que « existen porque no hay fuerza ni defensa alguna « para los combatientes, ya que los proyectiles caen « sobre ellos como rayos».

De Sicilia la mecánica pasó a las otras regiones del Mediterráneo, y especialmente a Egipto donde se fundó una Escuela de Mecánica en la que enseñaban, entre otros, Ctesibio y Herón de Alejandría y Filón de Bisancio. La Escuela estaba en Alejandría, era dirigida por Herón y se dividía para el estudio en dos ciclos: en el primer ciclo se enseñaba Aritmética, Geomería, Física y Astronomía; en el segundo ciclo se enseñaba Arquitectura, Metalurgia y Teoría de las Máquinas.

En Teoría de las Máquinas se estudiaban en primer término cinco máquinas simples: palanca, polea, torno, cuña y tornillo, ya que no se consideraba como máquina simple el plano inclinado. Después de las máquinas simples se pasaba al «bancico», máquina compuesta formada por las cinco simples, y por último se estudiaban las máquinas compuestas de cualquier clase.

A los inventos de Herón deben agregarse los de Filón y los de Ctesibio: son célebres, por ejemplo, el cañón de aire comprimido, el «aerotonon» de Filón, las bombas impelentes y aspirantes y las bombas impelentes de Ctesibio.

Podrá causar sorpresa que los conocimientos, estudios e inventos alejandrinos no hayan dado a la mecánica el mismo desarrollo que el que recibió el arte y la ciencia de las construcciones. La razón es que en el ambiente sabio dominaban las creencias de la filosofía griega. Platón, por ejemplo, sostenía que «aplicar la geometría a la mecánica es corromper y destruir la belleza de la geometría» y Aristóteles, el «maestro de los sabios», había dicho que «el « Estado ideal no debe dar derechos de ciudadano



Arquitas de Tarento

« al obrero mecánico; las instituciones donde el obre-
« ro mecánico predomina son las peores que existen».

Con estos prejuicios muy pocos frutos podían esperarse de la Escuela de Mecánica de Alejandría, a no ser mecanismos que podían ser más bien curiosidades de Física recreativa. Era necesaria la aparición de un genio que continuara la obra de Arquitas y de Zopiro y que, anulando esas frases filosóficas, diera a la mecánica su verdadero valor. Y ese genio fué Arquímedes.

Arquímedes había nacido en Siracusa por el año 287 a. C.; fué a Alejandría en el 250 a. C., es decir en los últimos años del reinado de Tolomeo II Filadelfo y permaneció hasta los primeros años del reinado del sucesor, Tolomeo III Evergetes. En Egipto, donde fué discípulo del astrónomo Conón y amigo de Eratóstenes, construyó puentes y digas, según afirman los textos árabes, e inventó su primera máquina, el llamado «tornillo de Arquímedes», «invento no sólo maravilloso —dice Galileo— sino milagroso, porque encontramos que el agua, ascendiendo en el tornillo, continuamente desciende».

Esta máquina estaba destinada, según algunos, a desecar los pantanos formados por el retiro de las aguas del Nilo después de las crecientes; o —según Diodoro Sículo— a llevar las aguas a lugares que, por su elevación, no eran alcanzados por las inundaciones.

Todos saben en qué consiste el «tornillo de Arquímedes»: un tubo envuelto en hélice sobre una columna inclinada que gira alrededor de su eje; la extremidad inferior del tubo pesca en el agua, ésta penetra en él y, a medida que la columna gira, el agua va recorriendo el tubo en hélice hasta salir por el extremo superior. Para que esto suceda es necesario que el eje de la columna tenga una cierta inclinación que —según Vitruvio— debe ser «lo que establece la proporción del triángulo rectángulo de Pitágoras» (es decir el que tiene por lados 3, 4 y 5), y —según Galileo— «debe ser un poco más del ángulo del triángulo con la cual ella fué descripta».

Arquímedes volvió a Italia y con él volvió la mecánica; ésta tomó el nombre de «Ars Syracosia», arte de Siracusa.

Si desde Alejandría había llegado a Italia, a «los puertos hospitalarios del mundo» un navío enorme —el «Acate», con 1.200 pasajeros y 35.000 hectolitros de trigo—, Hierón de Siracusa envió a Alejandría un navío de 20 órdenes de remos para el cual se cortó tanta madera en los bosques del Etna cuanta hubiera sido necesaria para construir sesenta galeras. Vigilaba la construcción un ingeniero famoso, Arquías, a cuyas órdenes trabajaba un ejército de obreros, trescientos de los cuales tenían como única misión recubrir de chapas metálicas la estructura a medida que adelantaba el trabajo.

Terminada la construcción del barco, hubo que botarlo: «Arquímedes solo —dice Diodoro— pudo efectuar la maniobra con pocas máquinas».

Al llegar a Alejandría todo el pueblo corrió a ver esa maravilla del arte naval; el barco tenía hornos, cocina, establos para caballos, salones espléndidos, museos, pisos de marquetería en que estaban representadas escenas de la guerra de Troya, biblioteca con un reloj mecánico, jardines, teatro y piscinas.

600 hombres estaban destinados al servicio y el navío era movido por 4.000 remeros; para defenderse disponía de ocho grandes torres, dos a popa, dos a proa y cuatro en el medio, cada una con seis «artilleros» y provistas de máquinas capaces de lanzar bloques de cincuenta kilogramos a una distancia de cien metros.

El navío había sido proyectado y calculado por Arquímedes: se bautizó con el nombre de «Siracusa», pero llegado a Egipto se le cambió el nombre de «Siracusa» por el de «Alejandría» y fué donado a Tolomeo III Evergetes.

Tal vez si en esa época hubiesen vivido los filósofos griegos que tan mal juzgaban a la mecánica y a los mecánicos, habrían cambiado de opinión porque no sólo los obreros mecánicos tenían derechos de ciudadanos, sino porque Arquímedes aplicó la geometría a la mecánica sin «corromperla».

Saldríamos del tema si nos refiriésemos al genio matemático de Arquímedes, desde sus estudios sobre

los «conoides» y «esferoides» hasta las espirales, desde el cálculo de π hasta la cuadratura de la parábola, desde sus dos libros sobre la Esfera y el Cilindro hasta el Arenario. Recordemos sólo la frase de Leibnitz respecto a Arquímedes, a «ese máximo ingenio sobrehumano» a quien Galileo llamaba «mi maestro». «Qui Archimedes intelligit —decía Leibnitz— recentiorum summorum virorum inventa parcius mirabitur», o sea: A quien sepa entender a Arquímedes, poco le quedará para admirar en los sabios modernos.

Hemos citado el reloj mecánico colocado en la biblioteca del «Siracusa». Suponen algunos que ese reloj fuese un ejemplar de la *Esfera*, es decir de un aparato correspondiente al moderno Planetario, construído por Arquímedes; el cual aparato indicaba el movimiento del Sol, de la Luna y de los Planetas. Según se desprende de Cicerón, Claudiano y Lactancio, no comprendía el mecanismo una esfera sola, sino dos esferas, una de cobre y otra de vidrio. El aparato fué llevado a Roma por Marcelo y colocado en el Templo de la Virtud, donde constituyó la admiración de todos.

¿Cómo se producían los movimientos en el mecanismo? Cardan supone que los movimientos se obtenían por un motor de aire comprimido, y no por pesas como en nuestros relojes. Kircher afirma que la máquina era movida por «fuerza magnética», y otros —fundándose en los escritos de Manilio— afirman con bastante fundamento que el movimiento era debido a la fuerza hidráulica.

Los antiguos hablan de los cuarenta inventos y otros tantos descubrimientos de Arquímedes; la teoría de las presiones en un líquido es de Arquímedes; como es sabido, también le pertenece el famoso principio: «todo cuerpo sumergido en un líquido recibe un empuje hacia arriba igual al peso del líquido desalojado», y la palabra «eureka» quedó como un lema del inventor y del descubridor.

También la teoría sobre los cuerpos flotantes es de Arquímedes y respecto al equilibrio de un segmento recto de conoide, Galileo dice que Arquímedes dijo «todo lo que de esta materia podía decirse», a lo que Lagrange agrega que ese estudio «es uno

de los más bellos monumentos del genio de Arquímedes, y a su teoría de la estabilidad de los cuerpos flotantes muy poco han podido agregar los sabios modernos». Opinión que coincide con la de Leibnitz y justifica el nombre de «Ars Syracosia» dado por los antiguos a la mecánica.

Arquímedes había escrito en su juventud un tratado sobre los espejos ustorios, citado por Olimpiodoro y Apuleyo. El tratado se ha perdido, pero dos historiadores del siglo XII, Zonaras y Tzetzés, al transcribir unos trozos, también perdidos, de Dion Casio y de Diodoro Sículo, dicen que Arquímedes había ideado, además de otras máquinas capaces de levantar los barcos romanos y precipitarlos desde gran altura, unos espejos tales que quemaban las naves romanas cuando su distancia era tal que no podían ser alcanzadas por las gigantescas grúas.

Este hecho fué puesto entre las fábulas por los eruditos, hasta que aparecieron otros eruditos más eruditos aún que desentrañaron trozos de un libro cuyo título es «Paradojas mecánicas», escrito por Antemio, uno de los constructores de la iglesia de Santa Sofía en Constantinopla. En estos trozos Antemio se refiere a los espejos ustorios y sostiene que Arquímedes no construyó espejos parabólicos sino una serie de pequeños espejos planos que se hacen inclinar «con inteligencia» sobre otro pequeño espejo central. «De este modo —dice Antemio— se obtendrá un conjunto de espejos por medio de los cuales es posible hacer llegar la inflamación a la distancia dada. Los que han citado los espejos construídos por el divino Arquímedes —continúa diciendo Antemio— nunca han dicho que haya utilizado un solo espejo, sino muchos».

El experimento de Arquímedes fué repetido por el matemático Proclus cuando el emperador Anastasio fué sitiado en Constantinopla por la flota de Vitaliano, y los espejos de Proclus tuvieron el mismo efecto que los de Arquímedes sobre la flota sitiadora.

Fundándose en lo escrito por Antemio, Buffon utilizó un aparato compuesto por 168 espejos planos, y después otro compuesto por 224. Con este último

consiguió fulminar un buey que pasaba a una distancia de 60 metros del aparato. Empero —se argumentaba— no puede concebirse que un barco se mantuviera inmóvil en el foco hasta que se incendiara. Para terminar las discusiones, un matemático y físico francés, Péyrard, demostró en 1807 que un aparato compuesto por 590 espejos planos de 50 centímetros de lado cada uno, era capaz de incendiar instantáneamente un barco a la distancia de una milla.

Con esto quedó comprobada la posibilidad que los espejos ustorios de Arquímedes incendiaran los barcos romanos que se ponían «a tiro».

Podría pensarse que todo lo referido sólo tiene valor histórico, porque otros barcos y otros medios de destrucción han inventado los Ingenieros; pero debe recordarse también que se han descubierto otros rayos infinitamente más poderosos y más mortíferos que los rayos caloríficos, aunque todavía no han sido concentrados.

«Dadme un punto de apoyo y moveré el cielo y la tierra» —había dicho Arquímedes a Hierón—. Y he aquí que un matemático del siglo pasado calculó que «si el brazo de palanca tuviera una longitud tal que la luz, con su velocidad de 300.000 km. por segundo, tardara 9.600 años en recorrerlo, se necesitarían 3.000 años para mover la tierra de un millonésimo de milímetro». Y otro matemático, por su parte, calcula que a Arquímedes «le hubiera sido necesario un número de años igual a 44.963.540.000.000 para levantar la tierra de una pulgada». Y este último matemático concluye diciendo que al enunciar su frase, Arquímedes «se olvidó del brazo de palanca».

Tal vez ambos matemáticos, absorbidos por sus cálculos no muy difíciles pero largos y fastidiosos, no hayan comprendido bien todo lo grandioso de la frase que, según Papus, pronunció Arquímedes, frase que muy bien podría servir de lema a los Ingenieros: «Da ubi consistam et coelum terramque movebo».

Arquímedes había querido que sobre su tumba se esculpiese una esfera y un cilindro; la tumba quedó abandonada y olvidada hasta que Cicerón la descubrió y la indicó a los siracusanos.

Nadie más llama a la mecánica «arte de Siracusa»; la mecánica ha emigrado del mar Jonio, donde había nacido. Pero en las orillas de ese mar aun se oye, entre el bramido del viento y el rugir de las olas, el ronzar eterno del molino de oro que muele el oro para esparcirlo por el mundo.

☆

VII

Roma. — Las construcciones y los sistemas constructivos en los edificios desde la influencia etrusca hasta el siglo V d. C. — El espíritu nacional en los tipos de estructuras

Sículos, Lígures, Sabinos, Etruscos y Latinos; cinco pueblos sobre siete colinas en la orilla izquierda del río sagrado; he aquí el conjunto al cual se lo llamó «romanos».

Hemos dicho que, de acuerdo con la definición de Vico, el «ingenium» es la «facultad de reunir en una sola las cosas separadas y diferentes».

Y si el ingenio es la facultad de reunir en una sola las cosas separadas y diferentes, nadie demostró mejor que Roma el poder del ingenio, no sólo durante el curso de su historia, sino desde que Roma nació; mejor dicho, antes que naciera.

Porque, como «separadas y diferentes» eran muchos siglos después las provincias que, reunidas en un conjunto único, constituyeron el imperio romano. así separadas y diferentes por idiomas, raza, creencias y religiones, eran los cinco pueblos de las siete colinas que, unidos, constituyeron el primitivo pueblo romano.

Es natural que el principal objeto de aquel conjunto de pueblos debió ser el de continuar a mantenerse unidos, para lo cual era necesario el bienestar común, el bienestar público, sólo concebible por medio de leyes sabias y por la construcción de obras públicas. Legisladores y constructores fueron,

por consiguiente, los hombres de las siete colinas, quienes para representar su sistema de gobierno idearon una palabra que aun subsiste y aun es adoptada por las más lejanas naciones para indicar un régimen que ofrece orden, libertad y bienestar colectivo: *res pública*, «cosa pública».

Cumplida su misión histórica, los romanos desaparecieron del mundo; las provincias romanas se transformaron en naciones más o menos fragmentadas y engendraron otras, pero tuvieron que transcurrir muchos siglos para que la idea del bienestar público volviera a ocupar la mente de los gobernantes. Porque «cuando los romanos desaparecieron del mundo —decía Robespierre— el mundo quedó vacío».

Los primitivos pobladores, los Lígures —hermanos de raza de los actuales vascos—, se habían establecido en las tres alturas denominadas Cispio, Oppio y Fagutal, que constituyen tres promontorios del Esquilino, monte que de ellos tomó el nombre: *ili gor*, de donde *lígor* y *lígure*, quiere decir «pueblo de las montañas», y «*eusk ili*» quiere decir «pueblo eúskaro».

Una rama de la gran raza Pelasga, los Sículos, ocupó las tres alturas del Palatino (Germal, Palatio y Velia) y, según dijimos, estableció allí un fuerte («Roma» en su idioma); posteriormente, los etruscos ocuparon el Celio; los Sabinos, el Quirinal y el Viminal; los Latinos, parte del Celio; y, por último, un conjunto de todos ellos el Capitolino.

Siete siglos antes de Cristo quedaban en las siete colinas una preponderancia de Latinos, Sabinos y Etruscos, constituyendo tres tribus: Ramnes, Titienses, y Luceres, y disputándose el gobierno de la naciente ciudad. Los mitos, los dioses, las leyes, las costumbres y hasta el mismo idioma de los Romanos fueron restos de los establecidos por Sículos y Lígures mezclados con ritos, dioses, leyendas y costumbres latinas, etruscas y sabinas.

Los sabinos pertenecían a la gran raza Osca y su idioma era osco; el nombre del pueblo Osco deriva de Ops, la tierra, diosa madre de los itálicos correspondiente a la Vesta Pelásgica. De Ops deriva «opus», obra, con todos sus derivados; operar, operación, operario, obrero. «Osco» y «obrero» tienen, pues, la misma etimología; ambas significan «pertenecientes a la tierra» y, derivando ambas de un nombre de una Diosa, demuestran que para aquella gente primitiva el trabajo, el «ganar el pan con el sudor de la frente» no era una maldición de Dios, sino una institución divina.

Muchas veces pronunciamos palabras sabinas: «Curia», por ejemplo, es una palabra sabina. *Jano*, de donde Januar y January en idiomas sajones, es un dios sabino, así como la diosa correspondiente *Jana* o *Diana*. «Sancus» era otro dios sabino; de allí deriva «Sanctus» y «Santo»; la diosa sabina correspondiente era *Salus*, diosa del bienestar, de donde deriva «salud». *Manus* era en sabino «lo que aparece», de donde los dioses *Manes* y nuestras palabras «manar» y «emanar», y «mañana» para indicar la parte del día en que aparece el sol.

El dios oculto al cual se recurría para ser inspirado en los momentos de duda o de angustia era el dios «Consus»; de allí, proceden nuestras palabras «consuelo», «cónsul», «consultar», «consejo» y sus derivadas.

«Amontonar» se decía en idioma lígur «Murúa», de donde deriva *murus*, y de «murus» *muro*. En latín amontonar era «struere», de donde procede «construir». Al decir «el obrero construye el muro» utilizamos tres palabras que derivan de los idiomas de tres pueblos: sabino, latín y lígur.

Se podría seguir citando ejemplos para demostrar que si el idioma que hablamos deriva en parte del latín, deriva también en gran parte de los idiomas de los otros pueblos a cuyo conjunto se le llamó «romanos»; no lo hacemos porque nuestro objeto es otro.

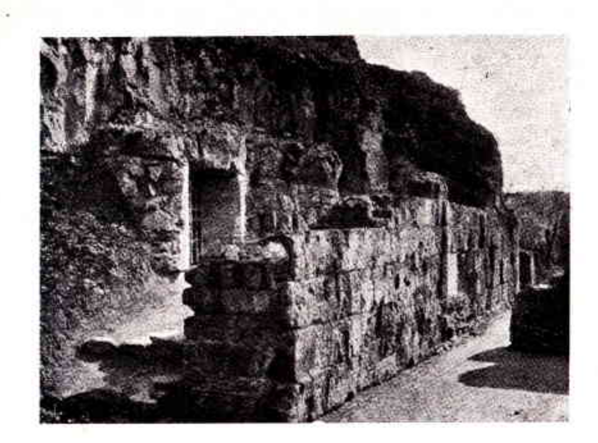
Las primeras obras públicas construídas por los romanos de las cuales se tienen noticias fueron las murallas de defensa, el puente Sublicio sobre el Tíber y el puerto de Ostia; murallas, puente y puerto; tres obras que son tres símbolos: la fuerza, el brazo tendido sobre el río hacia la otra orilla, y la salida al Mediterráneo, el centro del mundo.

Las murallas, levantadas sin cemento según el sistema pelasgo y de acuerdo con los ritos etruscos, hacían de Roma un campo atrincherado; la cuna primitiva de los Romanos fué un campo atrincherado, ellos no lo olvidaron nunca.

Es difícil que un erudito haya puesto en tela de juicio los relatos concernientes a la historia Caldea, Asiria, Egipcia, Hebrea, Griega o Cristiana; pero la historia de Roma —especialmente la relativa a los primeros siglos de la ciudad—, narrada por los historiadores, ha sido rechazada por la crítica; sin embargo, gran parte de la historia se funda en relatos tradicionales transmitidos a través de varias generaciones, y estos relatos tradicionales, y las mismas leyendas, tienen un fondo verdadero. Pero, como ese fondo verdadero es a veces difícil desentrañar, es más cómodo generalmente rechazar de plano el relato del historiador.

A ese respecto, a fines del siglo pasado, decía Francis Wey en su obra «Roma»: «Tito Livio, Dio« nisio de Alicarnaso, Plutarco y el mismo Tácito « nos hacen sonreir por su credulidad. Tácito va « más allá y describe el trazado de la «Roma Qua« drata» paso a paso. Quince siglos más o menos « de escepticismo han rechazado las indicaciones de « Tácito; el nuestro, tan dispuesto a negar como « curioso en las investigaciones, ha puesto el escep« ticismo de los sabios en gran aprieto desente« rrando, hace pocos años, en los puntos indicados « por Tácito los macizos muros de la «Roma Qua« drata».

El nombre de «quadrata» en realidad no está bien puesto, porque las murallas encierran un pentágono irregular en un perímetro de unos mil doscientos metros, construído con paralelepípedos de tufo dispuestos en hiladas alternadas, «por cabeza y por costado», del tipo llamado etrusco. La crítica moderna rechaza como muro de fortificación primitiva a esa construcción y la supone correspondiente al siglo IV, después de la invasión de los Galos, de modo que lo que dice Wey a ese respecto debe suponerse como no dicho y debemos volver al escepticismo. Esta es la opinión de algunos arqueólogos, otros —en cambio— sostienen que es ante-



Restos de la muralla indicada por Tácito



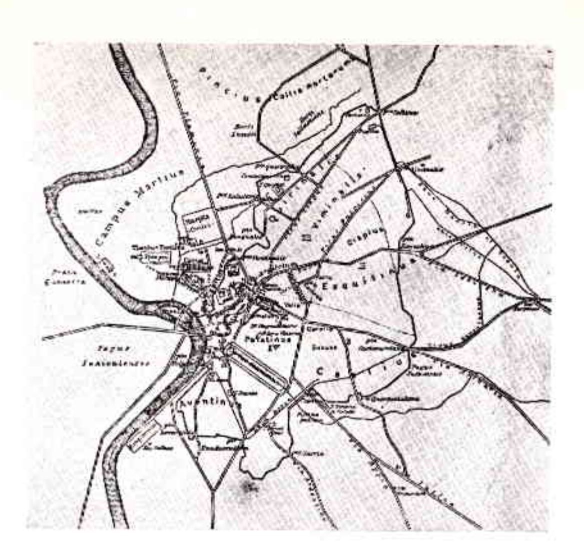
Restos de la muralla de Servio Tulio

rior al siglo IV; la verdad es que ese muro no es el primero construído porque substituyó otro muro más antiguo del cual quedan restos, tal vez para demostrar lo que afirma Ampère: «Plus on s'en« fonce dans les origines de Rome, plus on voit « s'ouvrir des lointains effrayants; il semble que « on n'arrive jamais au premier âge de cette éton« nante création. L'historien eprouve quelque chose « de la stupeur du geologue, qui decouvre dans la « profondeur de la terre des couches de terrain et « des especes d'etres toujours plus anciennes. La vi« lle qui s'appelle encore éternelle, parce qu'elle « croit ne jamais finir, semble devoir aussi s'appe« ller éternelle parce qu'elle n'a pas eu de commen« cement».

El tipo de muro primitivo, del cual quedan restos, es el de las ciudades pelásgicas de que ya hablamos, tipo que se encuentra en las murallas que quedan en Norba, Signa y Cervetri, entre otras. Servio Tulio construirá en el siglo VI las murallas con piedras regulares, murallas que cerraban los límites de la ciudad del mismo modo que 8 siglos después las construidas en Escocia y en Germania cerraban los límites del imperio.

La planta de las murallas eran polígonos regulares si el terreno era llano, en caso contrario, como sucedía en Roma, presentaba la forma de un polígono irregular porque estaba obligada a seguir los desniveles del terreno. Donde se disponían las puertas la muralla presentaba una entrante de manera que quien penetrara en la ciudad tuviera a su derecha una saliente de la muralla, porque, llevando el escudo en el brazo izquierdo, el atacante tuviera su flanco derecho expuesto a los dardos y a las flechas de los defensores. Para esto era necesario que la puerta estuviera hacia la izquierda de la concavidad de la muralla; y ésta era la característica de las puertas romanas cuando no estaban situadas al fondo de un corredor formado por dos muros salientes.

Las puertas de las murallas de Servio Tulio eran en arco, semejantes a las de las ciudades etruscas,



Planta de Roma con la muralla de Servio



Muralla romana en Housesteads Crags (Escocia)

y en arco de medio punto, tan utilizado por los romanos.

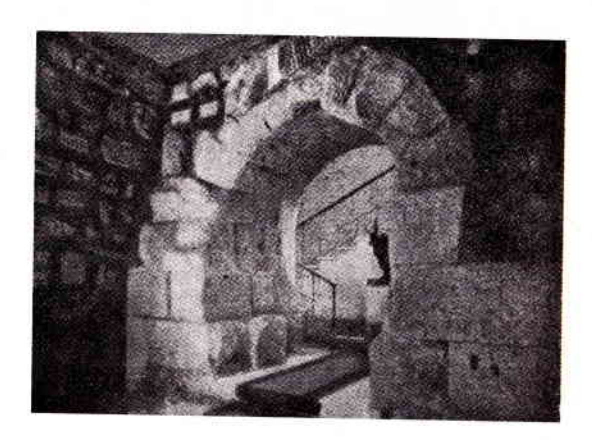
Hemos dicho, al hablar de los etruscos, que el arco representa la unión y la fuerza que de ella deriva; el tipo de estructura revela el ambiente y la índole de un pueblo y transmite ambas cosas a la posteridad mucho más elocuentemente que los relatos históricos y las obras literarias. Y si en lugar de un pueblo fuese un conjunto de pueblos, encerrados en las murallas de la ciudad en los tiempos primitivos o por los «valla» del imperio en los úl imos tiempos, nada más lógico que en sus estructuras constructivas predominara el arco en lugar del dintel.

El arco, más resistente que el dintel a igualdad de material, puede girar sobre grandes vanos con dovelas rela:ivamente pequeñas, manejadas fácilmente por un hombre sólo y colocadas a cualquier altura con un costo mínimo. La estructura en arco presenta la ventaja de tender a la amplitud sea en vertical que en horizontal con el mínimo costo y en el mínimo tiempo.

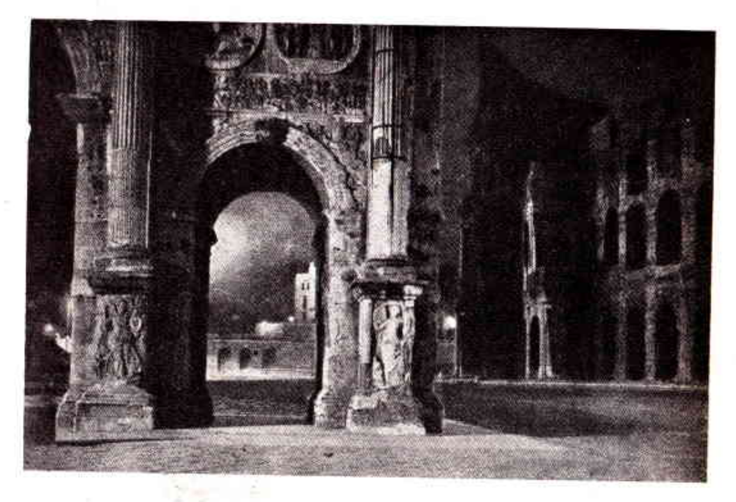
Y es tan importante esa facilidad de trabajo y ese costo mínimo que hasta los dinteles dejaron de ser monolíticos para componerse de dovelas. Hay algo simbólico en dos dinteles, uno en el Coliseo y otro en Balbek: en ambos una de las dovelas, y precisamente la clave, deslizó y estaba por caer; pero, llegadas a un cierto punto del deslizamiento, las otras dovelas laterales impidieron la caída total.

«Romanam condere gen:em» dice Virgilio; crear al pueblo romano condiciones de estabilidad y de grandeza, hé aquí el ideal romano, fundamentalmente distinto del de los otros pueblos. Egipto es el poder del Estado representado por el Faraón, Grecia es la ciudad, la «polis»; Roma es el poder del conjunto de pueblos. Egipto es la pirámide, Grecia es el dintel monolítico, Roma es el arco; el arco y la cúpula. Arcos en las puertas de las ciudades, en los acueductos, en los anfiteatros, en los puentes, en las basílicas, en los arcos de triunfo, en los teatros y en los templos.

Y para construir la cúpula hemisférica sobrepu-



Una puerta en la Muralla de Servio



Arcos romanos

sieron arcos de descarga progresiva llenando los vanos con hormigón. Así está construída, según Piranesi, la cúpula del Panteón de Agripa.

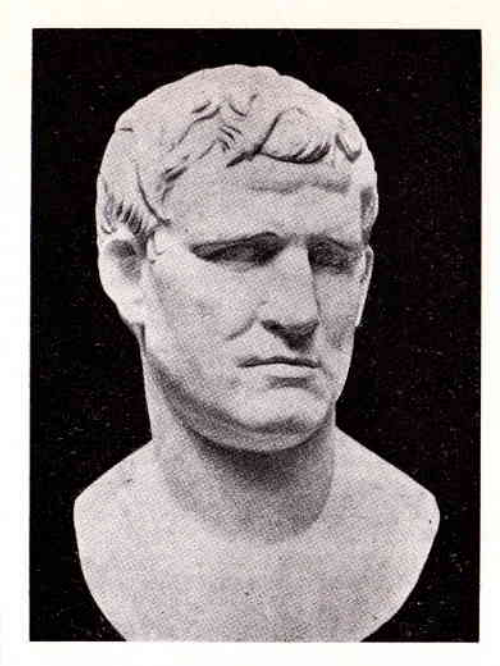
Ya hemos citado en el Capítulo I el Panteón de Agripa, y lo hemos citado porque nos parece el máximo exponente de la ingeniería edilicia romana y del genio constructivo de los Romanos.

Es conocida la historia del Panteón; construído por Agripa en el año 27 a. C., restaurado por Tito a raíz de un incendio, vuelto a restaurar por Adriano en el 127, enriquecido en sus decoraciones por Septimio Severo y Caracala, —llegó hasta los últimos tiempos del imperio con sus tejas y vigas del pórtico de bronce dorado, sus revestimientos de plata y mármoles, sus decoraciones, sus estatuas y sus cariátides.

Pero el imperio titánico envejece y muere como envejece y muere todo lo terrenal, y sobre su cuerpo grandioso comienza el saqueo. No escapa a esto el Panteón; los mármoles preciosos, las láminas de oro y plata, los florones de bronce, las estatuas, las lámparas de oro que ardían ante los dioses fueron substraídos por los afeminados emperadores bizantinos y por los pontífices cristianos. Por último, cuando el Cardenal Barberini fué elegido Papa con el nombre de Urbano VIII hizo quitar el bronce de las vigas para fundir con ellas el «Tabernáculo de San Pedro» en la iglesia homónima. Este hecho dió lugar a la frase famosa «Quod non fecerunt barbari, fecerunt Barberini» —lo que no hicieron los bárbaros, lo hicieron los Barberini—, frase que es injusta para los bárbaros porque éstos no han destruído tanto como los civilizados.

Ya desde el año 609 el Panteón había sido dedicado al culto cristiano por el Papa Bonifacio IV con el nombre de «Santa María de los Mártires»; en esta ocasión dicho Papa fundó la fiesta de «Todos los Santos», festividad que al recordar el título pagano de «Todos los Dioses» no demuestra acabadamente la imaginación creadora del Sumo Pontífice.

Pasemos a la parte constructiva. Se recordará que el «templum» etrusco se dividía en 16 partes; tam-



Marco Vipsanio Agrípa



Panteón

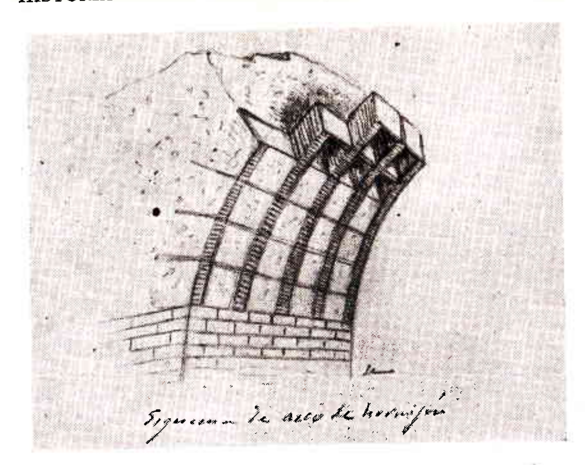
bién el Panteón se apoya en 16 pilares y el pórtico en 16 columnas «altas como torres». Entre los pilares se desarrollan los muros de m. 1,20 de espesor interrumpidos por 16 vanos en arco de modo que toda la masa enorme del edificio descargue sobre los 16 pilares. Sobre dichos arcos descargan otros y además los nervios casetonados, asegurados a su vez por el empuje de los arcos, todo lo cual constituye «una estructura orgánica tan maravillosamente encadenada que puede disponerse con admirable solidez en forma de cúpula hemisférica».

Con este procedimiento se construyó la cúpula de un diámetro interno de 51 m. y de un diámetro exterior de m. 55,75 —y con procedimientos semejantes fueron construídas las otras cúpulas.

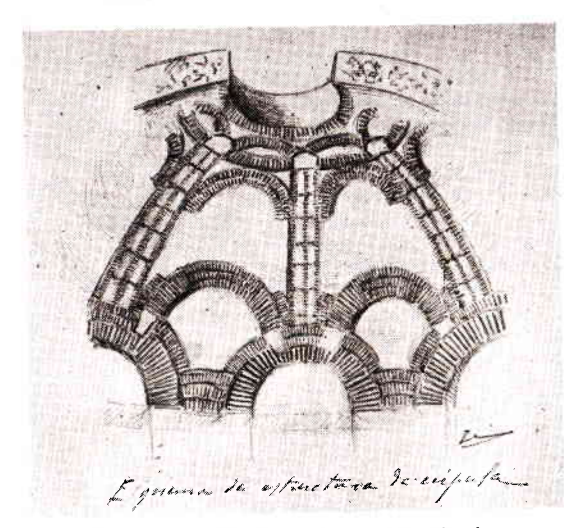
La llamada «Minerva Médica» es un conjunto de arcos superpuestos sobre una planta en forma de decágono regular, donde la relativa exigüidad de los espesores de los muros, indica que los empujes eran contrarrestados no por el peso de las masas constructivas sino por medio de contrafuertes, tan usados después por la arquitectura gótica, y por medio de arcos rampantes, tan usados más tarde por la arquitectura cristiana. En la «Minerva Médica» la bóveda se apoya sobre la segunda fila de arcos, está provista de nervios y los empujes se contrarrestaban en la parte Norte por dos contrafuertes y en la parte Sur por un gran cuerpo de edificio, en el Este y en el Oeste por dos hemiciclos —dos esedras— cada uno cubierto con un cuarto de esfera que reforzaba el muro central. El edificio de la parte Sur no existe más, tampoco existen más los cuerpos laterales de refuerzo; de modo que la construcción se presenta a mitad y despojada de sus revestimientos, como para mostrar los sistemas empleados para llevarla a cabo.

Dice Viollet Le Duc que «no puede entenderse «el estilo arquitectónico de Roma sino observando «los restos gigantescos que el tiempo ha despojado «de toda decoración, descarnándolos hasta reducir «los al sólo esqueleto orgánico».

Y, en efecto, el carácter y el genio romano representados por el sentimiento de la utilidad, de



Esquema de arco de hormigón



Esquema de estructura de cúpula

la economía, de la división del trabajo, del empleo racional de los materiales y de la grandiosidad, se nos aparecen «al desnudo» mucho más evidentes en las ruinas cuando ellas han quedado en su sola estructura, sin el embellecimiento y la decoración de mármoles, columnas, capiteles, frisos, bajorrelieves, estatuas, metales preciosos y terminaciones deslumbrantes.

Es sabido que en sus estructuras los romanos usaban piedra, ladrillo y hormigón. Este último material que «reúne en una sola las cosas separadas y diferentes» fué ideado por los romanos y empleado por ellos en gran escala. En el hormigón romano la puzolana tenía el mismo objeto que el cemento que usamos actualmente. Y es sabido también que la puzolana es un material volcánico pulvurulento, áspero y duro, cuyo carácter principal es el de formar con la cal un cemento hidráulico que endurece rápidamente en el agua. Se compone esencialmente de sílice, alúmina y óxido de hierro, y, accidentalmente, también de magnesia, cal, potasa y soda en proporciones variables. Su nombre deriva de la ciudad de Puzoles, donde se encuentra una variedad muy buena de color gris, pero la mejor clase era la que se extraía de las canteras de San Pablo, cerca de Roma. Los abundantes depósitos de puzolana que existen en Italia ha sido una de las causas que han permitido la ejecución de obras grandiosas con procedimientos completamente nuevos; por eso hemos recordado brevemente su composición y sus características principales.

Es un argumento muy socorrido el que sostiene que las obras antiguas costaban poco porque la mano de obra era dada por los esclavos; veremos al hablar de las carreteras que si eso fuera cierto, esas obras no hubieran costado lo que costaron; además, como la ley obligaba al servicio militar a todos los ciudadanos de todos los pueblos que formaban el imperio, las distintas profesiones eran ampliamente representadas en el ejército, lo cual permitía efectuar rápidamente trabajos importantísimos cuya ejecución no se puede comprender sin admitir la presencia en las legiones de ingenieros idó-

neos y de un personal sumamente experto en el arte de construir. Y, por último, si la mano de obra hubiese sido poco más que gratuita, no se hubiera dedicado tanta atención a la economía cuidando la división del trabajo y utilizando procedimientos racionales de construcción.

Un procedimiento de construcción mixta era dado, por ejemplo, por la llamada «opus incertum»; en ésta los ladrillos eran trapezoidales y se colocaban con uno de los lados inclinados del trapecio hacia el paramento exterior y el otro hacia la parte interior. Dos muros, construídos en esta forma y separados por un espacio más o menos grande que se llenaba después de hormigón, constituía el verdadero muro.

La «opus reticulatum» difería de la anterior en que los paramentos eran construídos con piedras o ladrillos en forma de tronco de pirámide de bases cuadradas; las piedras o los ladrillos se colocaban con la base menor en el interior del muro y la base mayor hacia el paramento exterior, de modo que una de las diagonales fuera vertical. Los dos paramentos se levantaban separados por un cierto espacio que se llenaba después de hormigón en forma semejante a la «opus incertum».

Si hemos citado estos procedimientos constructivos, que pertenecen más bien a la Ingeniería Edilicia, es para recordar que ellos han permitido una división racional del trabajo y explican la causa de haberse encontrado obras imponentes en lugares donde la mano de obra era escasa o de escasa competencia. Con pocos artesanos expertos que construían los paramentos, y con un personal secundario de poca habilidad y competencia para la preparación del hormigón y para el relleno, —personal que se podía reunir en cualquier lugar y en cualquier momento,— se obtenían muros sumamente sólidos y estables.

Uno de los procedimientos usados para obtener mayor solidez con menor cantidad de material consistía en construir muros de arcos concéntricos con los arranques que se cruzan alternativamente, se

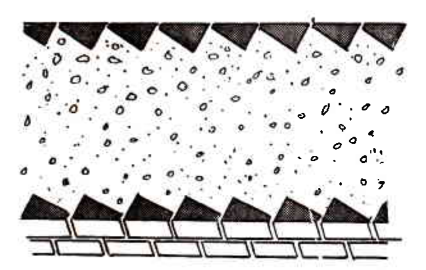
conseguía de este modo utilizar los empujes que debilitan los arcos en fuerzas que favorecen el encadenamiento de los mismos.

En la construcción de arcos y bóvedas, que permitían salvar grandes vanos sin pilares ni columnas, se utilizaban cimbras simplificadas lo más posible. Si el arco era de piedra, por ejemplo, se proveían las dovelas de un encastre, de modo que las cimbras, debiendo sostener un menor peso, eran mucho más livianas porque sólo se reducían a sostener la parte superior del arco, ya que cerca de los arranques el encastre impedía la caída de las dovelas. La cimbra, reducida así a la mínima cantidad de material, se apoyaba o sobre piezas de madera o sobre salientes del mismo arco, salientes que se quitaban después.

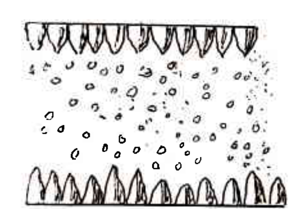
Para construir una bóveda se construía primero un arco de ladrillos en forma de casetones que se llenaban de hormigón; terminado un arco se pasaba la cimbra más adelante y se construía el arco siguiente y así continuando hasta formar las nervaduras de la bóveda. Esta se terminaba con chapas apoyadas sobre los arcos si éstos no eran contiguos, si los arcos eran contiguos no eran necesarias las chapas de relleno; en cualquier caso la bóveda era siempre construída de trecho en trecho con un gasto insignificante en cimbras. Y es tanto más necesaria la reducción de ese gasto por cuanto las cimbras exigen un trabajo especial que debe ser confiado a artesanos especializados, se necesita un cierto tiempo para ser bien construídas, entorpecen otros trabajos en el obrador, y, terminada la construcción, constituyen un material de deshecho.

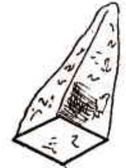
Han sido tachados los romanos de acentuada tacañería en la construcción de las obras que realizaban; actualmente, en que el problema fundamental de la moderna ingeniería es el económico, probamos un sentimiento de admiración hacia esos antiguos ingenieros que han sido los verdaderos precursores nuestros.

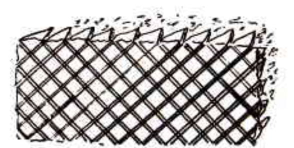
Es inexacto, pues, que «las grandes obras fueron posibles porque la mano de obra era dada gratui-



Opus incertum







Opus reticulada

tamente por los esclavos». Las grandes obras fueron posibles porque se construyeron con criterio científico, porque se puso en práctica al máximo la división del trabajo que nos parece una conquista moderna, y porque había ingenieros geniales y artesanos expertos cuyas obras titánicas han dado lugar a la frase que después de centenares de años aun usamos para indicar algo grandioso: «Es obra de Romanos».

Uno de esos ingenieros geniales se llamaba Marco Vitruvio. Marco Vitruvio fué el primero en usar las tuberías de plomo para la conducción de agua, y como escribió una obra en que trata temas de ingeniería y temas de arquitectura, es difícil saber si era más grande como ingeniero o como arquitecto.

La obra de Vitruvio se divide en 10 libros, de los cuales los primeros siete tratan de la construcción (edificatio); el octavo, la hidráulica (de aqua); el noveno, los relojes de sol (gnomónica); y el décimo, las máquinas (machinatio).

Vitruvio divide las construcciones para uso público en tres categorías: *defensio, religio, opportunitas,* o sea: obras de defensa (torres, murallas, atrincheramientos, etc.), obras para el culto (templos), y obras para la comodidad y uso público (puertos, termas, teatros, puentes, caminos, etc.). Todas las construcciones, dice Vitruvio, deben tener tres cualidades: *Firmitas, utilitas,* y *venustas;* es decir: Solidez, Utilidad, y Belleza.

Un romano no podía poner las cualidades antedichas en un orden diferente, ni eliminar ninguna de ellas. Además, al proyectar una construcción deben tenerse en cuenta seis características para la misma:

a) Proporción de cada una de las partes que la componen con relación al total (Ordinatio).

b) Coordinación y subordinación a un plano de conjunto (Dispositio).

c) Proporción en las dimensiones de cada parte (Eurytmia).

d) Proporción de las partes entre sí (Symetria).

e) Relación del aspecto con el fin propuesto (Decor).

f) Sentido de medida en el costo y en el material empleado (Distributio).

Esto en cuanto al proyecto; veamos las cualidades del proyectista.

El saber del proyectista —dice Vitruvio— se compone de dos partes: práctica (fabricatio) y teoría (ratiocinatio). La práctica «es una preparación contínua de experiencia por la cual, por medio del trabajo, se extrae de la materia una obra de acuerdo con un dado plan y con un dado proyecto».

La teoría, en cambio, sirve para analizar las obras ya construídas. Para dominar la teoría el proyectista debe disponer de talento e inclinación natural, y además conocer literatura, dibujo, matemáticas, historia natural, historia, filosofía, medicina, para aplicarla a la higiene de las obras que construye, astronomía para la disposición de las mismas, música para la acústica, jurisprudencia para evitar los litigios que puedan surgir.

Esto en cuanto a los conocimientos. En cuanto a la moral, Vitruvio dice con orgullo que aprendió de sus maestros a no solicitar nunca, sino a ser solicitado en el ejercicio de su profesión, y rehuir hasta la sospecha de haber aconsejado la construcción de una obra para sacar provecho de ella.

Es más conocido Vitruvio como arquitecto que como ingeniero; según dijimos el ingeniero era «architectus» y, como se ve por sus libros fué en realidad ambas cosas, siendo precursor de otros ingenieros-arquitectos, como Célere y Severo, y, conjuntamente con sus otros colegas —Publio Minutio, Cneo Cornelio y Marco Aurelio— fué encargado por Augusto de la construcción de máquinas de guerra.

Augusto podía jactarse de haber encontrado una ciudad de ladrillos y haberla dejado de mármol. No quedan muchos edificios ni de la época de Augusto ni de las épocas anteriores; el incendio del año 390 a. C., durante la invasión de los Galos, destruyó la casi totalidad de las grandes obras de los reyes y de los primeros siglos de la república, y la mayoría de las construcciones levantadas poste-

riormente fueron presas de las llamas durante el segundo incendio en el año 65 d. C., del cual injustamente fué acusado Nerón de haber sido el causante.

Nerón —según el testimonio de Tácito— se hallaba en Anzio cuando comenzó a arder la zona del Circo Máximo, cerca del Palatino y el Celio, donde «por las tiendas que había, llenas de las cosas que son fácilmente presas del fuego» las llamas rápidamente invadieron todo el circo, se esparcieron por la parte baja, después subieron sobre las colinas, bajaron de nuevo «haciendo estragos en la ciudad, impotente a la lucha por sus calles angostas, tortuosas y las innumerables callejuelas que había en la Roma de entonces».

Hemos citado ese párrafo de Tácito porque nos muestra en pocas palabras, en «estilo Tacitiano», un típico barrio antiguo. «No había cesado el terror del primer incendio —continúa relatando Tácito— cuando el fuego volvió a atizarse, aunque con menor daño de los edificios y mortandad de personas, porque en aquella parte de la ciudad (el Esquilino) había calles más anchas».

El desastre fué enorme: «de las catorce regiones en que se dividía Roma, cuatro solamente quedaron ilesas, tres fueron destruídas y sólo algunos edificios deteriorados y semiquemados quedaron de las otras siete».

Veamos —siempre según el testimonio de Tácito— las medidas tomadas por Nerón, del tan aborrecido Nerón, como gobernante-ingeniero. Vuelve a Roma durante el incendio y «para ayuda del « pueblo aterrorizado hizo abrirle el Campo de Mar« te, el Monumento de Agripa y sus mismos jardi« nes, haciendo levantar rápidamente construcciones « provisorias, y para dar alojamiento a la masa de « los perjudicados hizo venir el menaje de Ostia y « de otras ciudades cercanas; además fijó el precio « del trigo en tres *nummi* el *modio* (dos centésimos « el kilogramo aproximadamente).

«Hizo reconstruir la ciudad no como después del « incendio gálico, sin un plan regulador y poco « por vez, sino después que fueron proyectadas las « calles, algunas angostas y otras amplias, y pres« crita la altura de los edificios dejando áreas va« cías para las plazas y pórticos que debían rodear « cada manzana. Nerón se comprometió construir « tales pórticos de su propio peculio, a entregar a « los constructores las áreas libres de ruinas y es« combros, y a otorgar un premio, de acuerdo con « la clase y las riquezas de cada uno, para quien, « dentro de un plazo establecido, hubiese recons« truído una casa o una manzana».

«Estableció también que los escombros y las pie« dras de las ruinas sirvieran para rellenar los pan« tanos de Ostia, donde debían ser transportados por « los barcos que traían trigo a Roma cuando vol« vían a descender el río. Ordenó que los edificios « debían ser construídos en algunas de sus partes « sin vigas de madera, y fabricados con materiales « refractarios de Gabio o de Alba. Y, para prevenir « nuevos incendios, creó sobrestantes de las aguas « corrientes, acaparadas por algunos privados, para « que esos sobrestantes cuidasen que hubiera gran « cantidad de agua a disposición del público; dis« puso que cada uno tuviese en su casa lo que fuese « necesario para extinguir el fuego y prohibió que « una casa se arrimara a otra, debiendo ser cada « edificio aislado».

Hemos traducido textualmente la relación de Tácito porque nos indica en su estilo característico las medidas tomadas para la reconstrucción de una gran ciudad según un plan regulador, reconstrucción dispuesta por Nerón de acuerdo con lo aconsejado seguramente por dos ingenieros, Severo y Célere, los cuales —dice Tácito— «con su ingenio y su audacia, eran llevados a tentar por medio del arte hasta las cosas que la Naturaleza hacía parecer imposibles».

Como no se puede contentar a todos, hubo naturalmente personas descontentas, las cuales sostenían «que la antigua estructura de la ciudad fuese mejor, por cuanto la angostura de las calles y la altura de los edificios reparaban de los rayos del sol, mientras después de puestas en práctica las disposiciones de Nerón, la amplitud de las avenidas no de-

fendidas por la sombra, las vuelve ardiente en pleno verano».

Sabemos que había en Roma casas de apartamentos de muchos pisos, antiguamente hasta de once pisos, y es de lamentar que Tácito no indique la altura máxima de los edificios establecida en las disposiciones de Nerón; pero, sabiendo que Augusto limitó la altura máxima a 70 pies (casi 21 metros) y que Trajano la redujo a 60 pies (18 metros), podemos deducir que Nerón habrá establecido una altura máxima de unos 20 metros aproximadamente, lo que correspondería a unos cinco pisos.

Dijimos que los dos incendios hicieron de modo que lo que nos queda de las construcciones edilicias pertenezcan en gran mayoría a la época imperial, y aun semidestruídas, no tanto por los bárbaros, según se cree comúnmente, sino por los civilizados de la Edad Media y del Renacimiento, que hicieron de los antiguos monumentos canteras de granito, de travertino y de mármoles para construir sus edificios.

El Foro Romano —una de las tantas plazas de la Roma antigua— es actualmente un conjunto de ruinas y de columnas derribadas, pero hace 15 siglos embellecían esa plaza colosal 13 templos, tres basílicas, ocho arcos de triunfo, el Palacio del Senado, más de mil doscientas columnas sobre otros tantos pedestales de mármoles raros en pórticos de más de un kilómetro y medio de longitud, bibliotecas públicas, los Archivos del Estado y las tiendas más elegantes de la ciudad.

Se abrían en la ciudad otras plazas, o —si se quiere— otros *foros;* el Foro Holitorio, el Transitorio, el Julio, el de la Paz, el Augusto, y el mayor de todos —el Foro Trajano— proyectado por Apolodoro, el mismo que proyectó el puente sobre el Danubio.

Vitruvio establece, entre todas sus reglas, también las que deben regir para la construcción de los foros. Estos —según Vitruvio— deben ser como un gran atrio rodeado por pórticos de columnas debajo de los cuales se deben disponer las tiendas. Después de veinte siglos, muchas plazas de grandes ciudades se han construído todavía de acuerdo con estos principios. A pesar que Vitruvio establecía que todos los foros debían ser regulares, no todos lo eran; pero lo era, y en máximo grado, el Foro Trajano, inmensa plaza cuadrada rodeada por otros cinco foros famosos y por tres grandes basílicas.

Si bien, según dijimos, era ésta la plaza más grande, la más importante por su historia era el Foro Romano, o «Foro Antiguo», mudo testigo de los principales hechos de una historia milenaria.

Allí la llamada «tumba de Rómulo», allí se libró la batalla entre Romanos y Sabinos, allí se celebraban las principales asambleas y los plebeyos consiguieron sus derechos, allí fué asesinado Servio Tulio, fueron expulsados los Decénviros, se verificaron los procesos más famosos de la Historia: Coriolano, Escipión, Yugurta, Verres, allí tuvieron lugar las luchas entre Mario y Sila, y allí Antonio arengó el pueblo a la muerte de César.

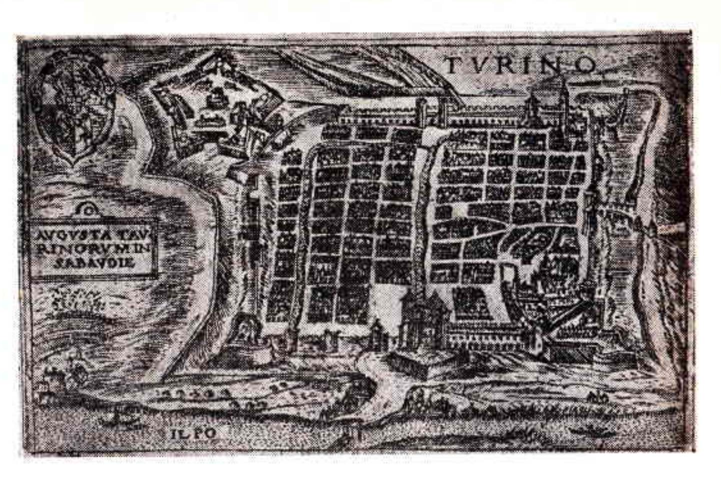
Después, entre el siglo V d. C. y el VIII, con los emperadores bizantinos, y a partir del siglo VIII con el dominio papal, el Foro decae: el Aula Magna del Senado se transforma en la iglesia de San Adriano, la Sala de las Reuniones Secretas del mismo Senado, en la iglesia de San Martín; donde estaban los *Rostros* se ubica la iglesia de los Santos Sergio y Baco; en la Basílica Emilia, un oratorio de San Juan; en la Basílica Julia, una capilla de la Virgen María; cerca de la Fuente Iuturna, un oratorio de los Santos Cuarenta; y la misma plaza, el Foro glorioso, sirve para mercado de vacunos: «Campo Vaccino».

Recordamos, de paso, que no fué solamente al Foro al que le cupo esa suerte y que otros monumentos tuvieron un destino parecido. Así, por ejemplo, hablando de la «Villa» de Cicerón —donde murió el emperador Adriano— la «Guía de Forasteros» impresa en Nápoles en 1782 dice: «Se ven los lugares donde estaban las antiguas columnas y las estatuas. El dueño del campo los utiliza ahora para encerrar el rebaño».

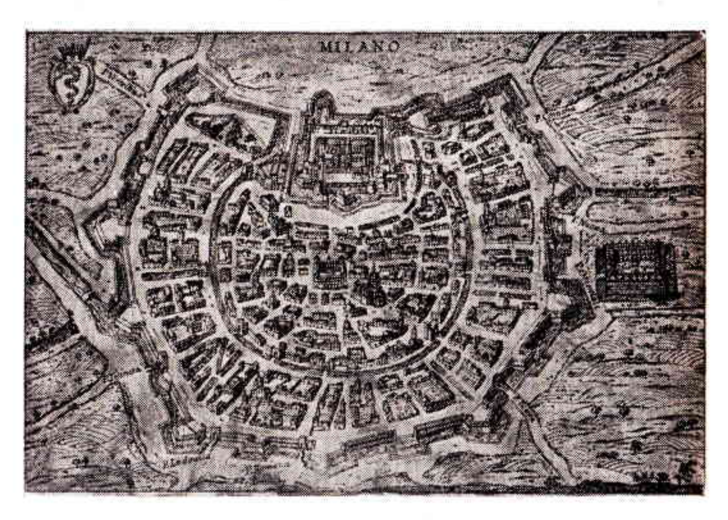
Desde el siglo pasado se han efectuado excavaciones arqueológicas, limpiando y ordenando los lugares donde se levantaban las grandes construcciones. A ese respecto son dignos de elogio los últimos relevamientos aéreos de Vanutelli y los topográficos que han efectuado en 1905 y que efectúan actualmente los alumnos de la Escuela de Ingenieros de Roma en las construcciones de Villa Adriana, en la cual falta mucho aún para terminar de explorar a pesar de hallarse en una región sumamente poblada y a sólo 20 km. de la ciudad de Roma. Los relevamientos y los estudios de los alumnos de la Escuela de Ingenieros ilustrarán adecuadamente sobre la manera, aun desconocida para nosotros, con que los romanos resolvían gran número de problemas de técnica constructiva.

Si no eran trazadas «a rumbo recto» las calles de Roma, porque lo impedía lo accidentado del terreno, lo eran, en cambio, las de las ciudades derivadas de los campamentos; ya dijimos que se pasa de las terramaras a las ciudades americanas y australianas a través de los campamentos transformados después en colonias. «Colonia», como es sabido, tenía antiguamente un significado distinto del actual; la palabra deriva de «cólere» —cultivar— y se aplicaba a un conjunto de personas a quien Roma destinaba una superficie de tierras para cultivar. Esas personas, generalmente veteranos, disponían el trazado de las calles de la futura ciudad del mismo modo que habían trazado las de sus antiguos campamentos. En éstos había dos calles principales que se cortaban en ángulo recto y dirigidas, como en las terramaras, de Norte a Sur y de Este a Oeste; la primera era la «Decumana», la segunda el «Cardum». Las calles secundarias eran paralelas a la principal y trazadas a la misma distancia. En la intersección de las dos calles principales estaba el Pretorio —nosotros tendríamos la plaza— cerca estaba el «arx», la ciudadela.

Así se han trazado en nuestro continente las ciudades construídas en el pasado y así se trazan, aun ahora, las calles de muchos balnearios, las ciudades del futuro.



Trazado de una ciudad derivado de las terramaras y de los campamentos



Trazado de una ciudad derivado de las ciudades amuralladas

El trazado de las calles a rumbo recto no fué una invención romana, repetimos que esa disposición era de los terramarícolas y los romanos la adoptaron, como adoptaron las palabras sabinas, las costumbres etruscas, las columnas griegas y los dioses asiáticos. Y lo extraordinario de ese conjunto de pueblos que adopta un conglomerado de sistemas y de creencias es el haber producido con ese conglomerado algo completamente nuevo y eterno, tan eterno que sus sistemas constructivos perduran como perdura su sistema de gobierno, sus leyes y su idioma.

El colosal Circo Máximo, que después de restauros y ampliaciones llegó a contener en el siglo VI d. C. 400.000 espectadores, fué construído primitivamente por Tarquino el Antiguo, y su estilo y disposición era una mezcla del circo etrusco y del hipódromo de Micenas, pero los romanos dieron a esa clase de obras la forma definitiva de construcciones murales, tanto que en la misma Grecia, y precisamente en Atenas, se construyó cerca del Iliso un hipódromo según el tipo romano, tipo del cual derivó el de nuestros hipódromos actuales.

Los arcos tuvieron su origen en Asia, pero sólo en Roma fueron desarrollados sea para construir las verdaderas estructuras resistentes, sea para que se levantaran majestuosos en los arcos de triunfo.

Encontramos tuberías de agua en Creta, pero sólo los romanos pudieron distribuir por tuberías más de dos mil millones de litros de agua diariamente para las necesidades de los habitantes de la ciudad.

La casa habitación es muy antigua, pero sólo los romanos llegaron a construir casas de apartamentos de once pisos.

Los griegos construían teatros en las laderas, de modo que la misma pendiente facilitara la colocación de los asientos para la visibilidad, pero los romanos construyeron el teatro como edificio, en la misma ciudad, sin necesidad de buscar un terreno propicio, y uniendo dos teatros crearon el anfiteatro.

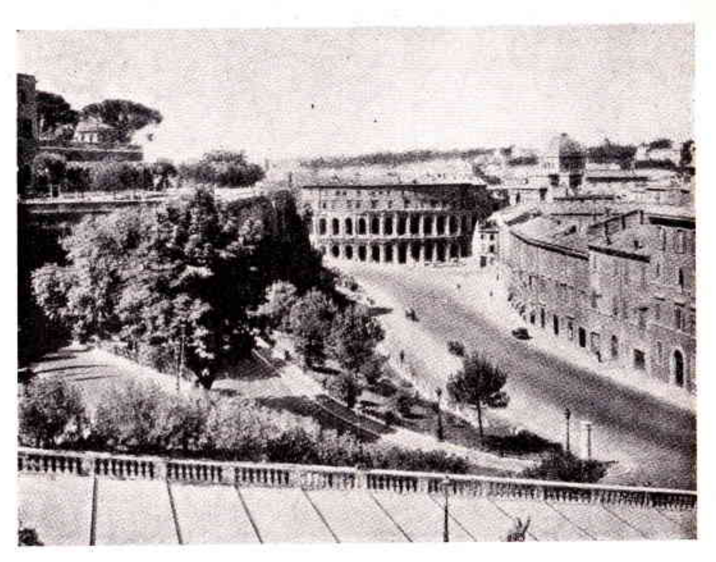
Curión, el tribuno de la plebe y lugarteniente de César, quiso honrar la memoria de su padre con un gran espectáculo público, para lo cual ideó dos grandes teatros de madera de modo que siendo la planta de cada uno una semielipse, se transformara en una elipse completa cuando los dos teatros giraban alrededor de un eje común. Así que, funcionando los dos teatros como tales, podían representarse dos comedias simultáneamente, sin que una estorbara a la otra; después del giro de ambos, se quitaban las escenas de los dos y se obtenía un *anfiteatro* (teatro de los dos lados) quedando en el medio un espacio elíptico que se cubría de arena, al cual, por ese recubrimiento, se le daba el nombre de «arena», nombre que se extendió después a todo el edificio.

Se supone que los teatros estuvieran provistos de ruedas que giraran sobre rieles circulares y que el movimiento fuera facilitado por sistema de poleas, tornos o engranajes, pero no se conoce exactamente el mecanismo que desplazaba tan grandes moles, —tanto más pesadas por cuanto los espectadores quedaban en sus asientos durante el giro.

Plinio, que relata el hecho, ridiculiza el pueblo romano porque «vencedor de pueblos, dominador del mundo, distribuidor de reinos y de gentes, legislador de universo», se dejaba transportar sentado sobre una máquina. Indudablemente Plinio el Antiguo no conocía la manera como viajan los modernos ciudadanos en los actuales medios de transporte urbano.

El de Curión fué el primer anfiteatro, siempre según Plinio el Antiguo. Curión lo hizo construir de madera, pero más adelante, en tiempos de Augusto, Statilio Tauro construyó uno de piedra. El ejemplo fué seguido por las otras ciudades del imperio en algunas de las cuales se construyeron anfiteatros enormes, como el de Arles, de Pola, de Verona, de El Djem, etc.

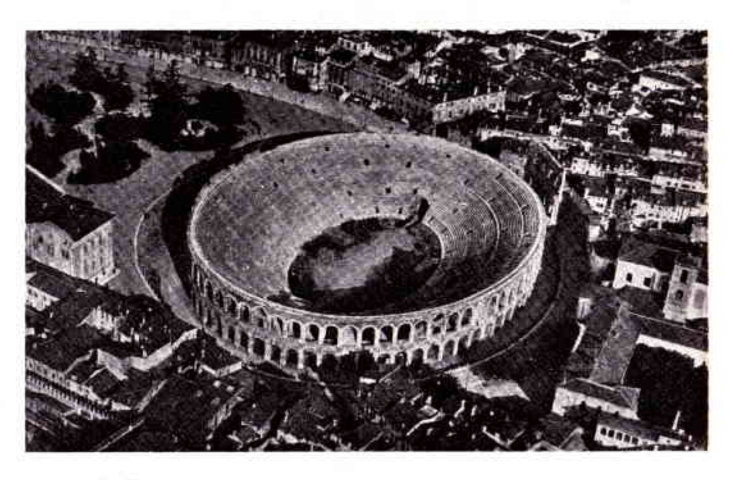
El anfiteatro de El Djem en Tunisia es, en cuanto a dimensiones, el segundo; el mayor de todos



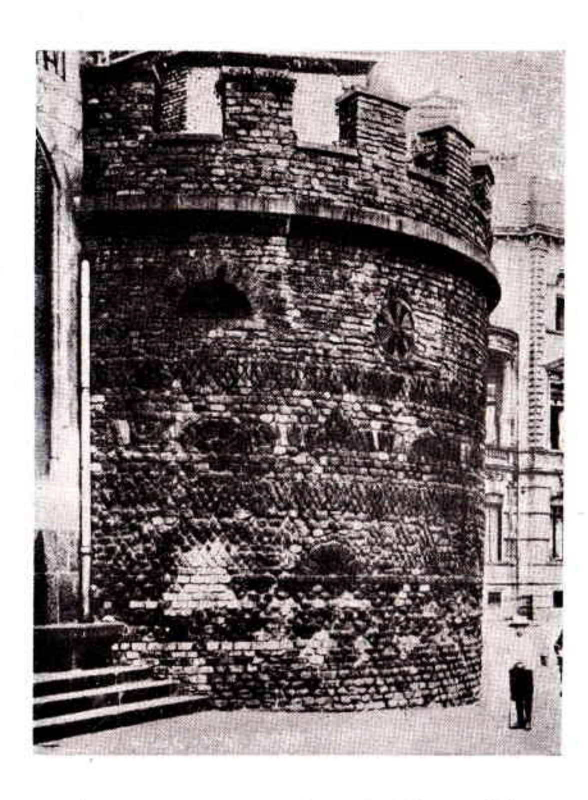
Anfiteatro en una ciudad (Anfiteatro Flavio)



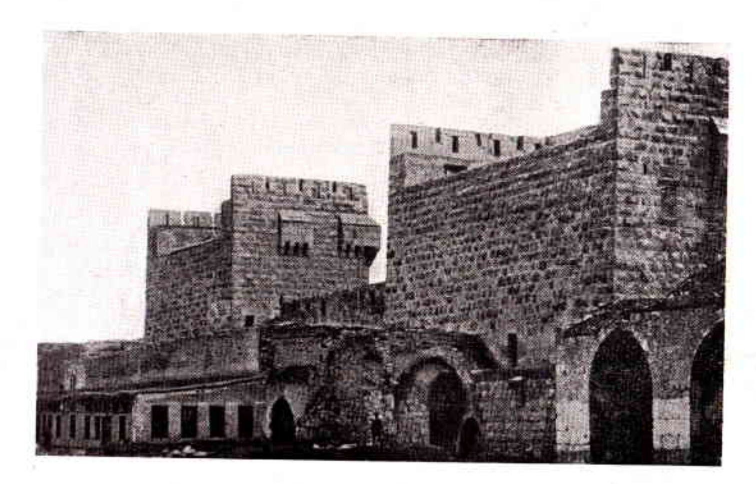
Anfiteatro en un desierto (Anfiteatro de El Djem)



Anfiteatro de Verona (Compárese la dimensión del anfiteatro con la de los edificios modernos que lo circundan)



Torre romana en Treveris (Germania)



Torres romanas en Damasco (Siria)

es el anfiteatro Flavio, o Coliseo, en Roma, proyectado por Rabirio. El cual anfiteatro, con sus 200 metros de eje mayor y sus 167 metros de eje menor, sus 57 metros de altura en cinco órdenes de arcos superpuestos, sus 80 filas de gradas capaces de 109.000 espectadores, es el edificio más grande del mundo.

La construcción de este edificio duró ocho años, desde el 72 d. C. hasta el 80, y él constituye el monumento más formidable de la potencia romana. De los 240 arcos del Coliseo quedan en pie los correspondientes a la parte oriental; nada queda de las ochenta filas de gradas, los cinco octavo de la construcción han sido destruídos durante el fin de la Edad Media y el Renacimiento. Todos los grandes palacios de la Edad Media y del Renacimiento fueron levantados en Roma con el travertino y los mármoles arrancados de los antiguos monumentos, especialmente del Coliseo.

Porque no sólo las enseñanzas, no sólo el idioma, no sólo las leyes, no sólo los procesos constructivos, sino hasta los mismos materiales de las grandes obras pidió la posteridad a los Romanos.

Ellos desaparecieron del mundo, pero quedaron en el mundo sus monumentos para demostrar la omnipresencia de un pueblo de gigantes.

Durante el bombardeo de Verdún, en el año 1916, el Estado Mayor francés emitió el siguiente comunicado:

«El formidable bombardeo sufrido por las forti-
« ficaciones de Verdún puso al descubierto, en la ex-
« tensión de unos dos kilómetros, las antiguas mu-
« rallas romanas que habían quedado ocultadas, du-
« rante siglos, por las construcciones carolingias y
« del Renacimiento. Demolidas éstas por las infi-
« nitas y terribles explosiones de las granadas ale-
« manas, han vuelto a la luz las murallas romanas
« del *Castrum Verodunum*, construídas en el tiempo
« del Emperador Augusto».

Con el característico laconismo militar, el comunicado encierra lo poético y lo grandioso. Porque estas murallas, construídas por los ingenieros de las legiones y despertadas de su sueño milenario por el estampido de las granadas, entre escenas de destrucción y de horror, parecieron surgir de la tierra como un fantasma maravilloso y terrible para volver a su antigua misión, la de defender una ciudad sitiada, y para demostrar que las obras de los ingenieros romanos son tan eternas como el tiempo y más potentes que la muerte y la ruina.

☆

VIII

Los sistemas de calefacción en los edificios romanos. — La distribución del agua. — Acueductos y termas. — El saneamiento

Hasta principio de este siglo los sistemas de calefacción que se utilizaban comúnmente eran la chimenea y el brasero, ambos de venerable antigüedad porque con ellos se calentaba el aire de las habitaciones hace centenares de años.

El brasero, hogar transportable, es una transformación del primitivo hogar fijo, símbolo de la casa y de la familia. El grito de guerra de los romanos era: «¡Pro aris et focis!» —por los altares y los hogares.

Tito Livio dice: *Pro aris et focis nimicare*, para decir que se combatía por las cosas más sagradas: los altares y los hogares; y era tan sagrado el hogar (focus) que a veces era sinónimo de altar; al decir *nec prodest sanctis tura dedisse focis*, o sea: «ni beneficia el haber ofrecido incienso sobre los sagrados altares», Horacio usa *focis* (hogares) para indicar «altares».

Focus quería decir también «familia», de modo que *hogar, familia y altar* se reunían en una sola palabra que indicaba algo intocable y sagrado.

El hogar fijo, cuyo primer ejemplo hemos visto en la casa pre-histórica, consistía en su forma más simple en una hoquedad hecha en el suelo destinada a recibir el fuego; el humo salía por el techo. Volver a ver salir el humo de los techos de la «dulce Itaca» antes de morir, era el anhelo de Ulises —se-

gún relata Homero en el Canto I de la Odisea. Y cuando volvió a Itaca después de veinte años de ausencia y de peripecias, Ulises se sentó con Penépole cerca del «sagrado hogar» en que «las jóvenes atizaban el fuego vivo y perenne».

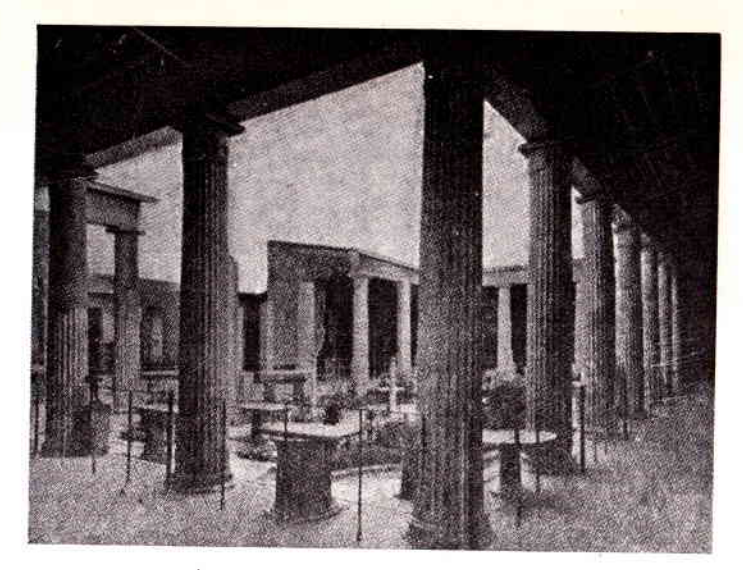
Se comprende que el sistema de calefacción depende del clima y de la importancia y magnitud del edificio; y se comprende también que sólo por una especie de continuidad o de inercia puede hablarse de la «casa romana» como se habla de la casa egipcia, caldea, asiria o griega. En realidad, en un imperio que comprendía regiones de climas tan diferentes y de tan diferentes costumbres, no podía haber un tipo único de casa habitación. De Ostia a Pompeya no hay más que unos doscientos kilómetros, pero las excavaciones de Pompeya pusieron a luz tipos de casas muy distintos de los que aparecieron en Ostia.

En general puede decirse —y sin que esto implique una exactitud— que en las regiones frías predominó el hogar fijo y en las templadas el brasero, —redondo o rectangular, apoyado directamente en el pavimento o sobre un pedestal más o menos artístico— brasero que servía, como el hogar, para la calefacción y para los sacrificios.

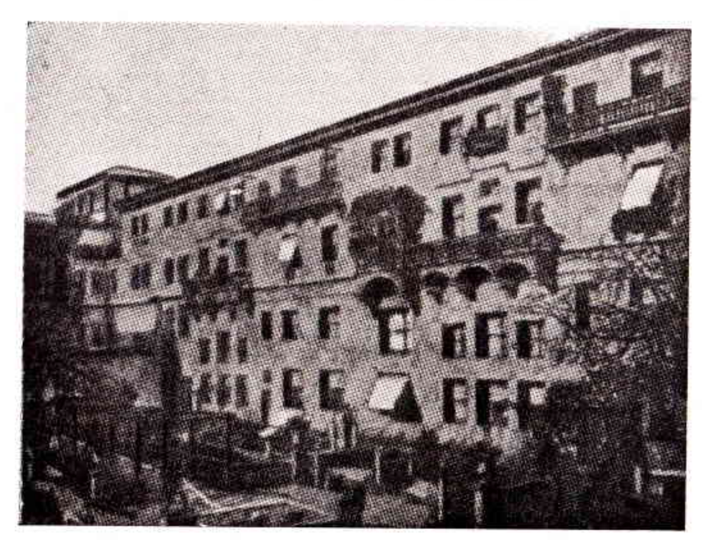
Se recordará que la tradición narra que durante el sitio de Roma por los etruscos, Mutio Scevola quemó su brazo derecho en un brasero.

En los grandes edificios, en los baños y en las termas, el sistema de calefacción no era el hogar o el brasero, sino algo más complicado. A nosotros nos parece que la calefacción moderna es la última palabra de la ciencia aplicada al confort; sin embargo esto no es exacto, porque el sistema que empleaban los romanos tanto en las termas como en las casas particulares de importancia era mucho más higiénico que el que empleamos actualmente. Nosotros «atacamos» el frío en el interior de la habitación calentando el aire que circula en ella; los romanos aislaban la habitación del frío exterior envolviéndola en una capa de aire caliente que la separaba y la defendía.

El sistema que empleaban fué ideados por Sergio



Casa de los Vetios (Pompeya)



Casa de apartamentos en Ostia

Orata en el siglo I a.C. y se llamaba con palabra griega «hipocauston» (quemar debajo). En principio consistía en calentar el piso de las habitaciones por medio del aire caliente producido en el subsuelo; para esto el piso se apoyaba sobre una serie de pequeños pilares de ladrillos de 60 cm. de altura, colocados a unos 45 cm. de distancia uno de otro, y constituía el techo de un local donde «se depositaba» el aire calentado por el hogar ubicado en el subsuelo.

De este modo, el calor era transmitido en primer lugar al piso y de éste se irradiaba al aire de la habitación. En nuestro sistema el aire caliente sube hacia el techo y la temperatura es menor cerca del pavimento que a cierta altura. Los preceptos higiénicos establecen que, siendo las extremidades (las manos y especialmente los pies) las partes del organismo más expuestas al enfriamiento, deben estar sometidas a una temperatura exterior más alta. «Cabeza fría y pies calientes» era la antigua máxima higiénica que posteriormente la Escuela de Salerno hizo suya.

Podría argumentarse que el sistema empleado tenía el inconveniente de demorar un cierto tiempo para que el aire de la habitación alcanzara una temperatura adecuada; pero debe recordarse que para acelerar la calefacción se abría una abertura que comunicaba con el ambiente inferior, y desde aquella abertura se hacía penetrar directamente el aire caliente en la habitación.

Muchas veces las paredes de los baños o las de las habitaciones expuestas a lugares fríos, por ejemplo las expuestas al norte, se construían dobles; es decir, se levantaban dos paredes paralelas separadas por una pequeña distancia y unidas cada tanto por ladrillos transversales; entre las dos paredes se hacía circular por los «cuniculi», o tubos de gres, el aire caliente que provenía del hogar.

Indudablemente, el ambiente que se formaba de este modo debía ser sumamente agradable; el habitante de la casa «no tocaba» el aire interior, simplemente se aislaba del frío exterior impidiendo su entrada por un «muro» de aire caliente cuya temperatura, graduable a voluntad, era mayor en la

parte inferior de la habitación, o sea donde la lógica y la higiene aconsejaban que debía serlo.

Respecto a la higiene estamos más atrasados que hace veinte siglos, aunque la época de barbarie y desaseo que nos separa de aquellos tiempos nos haga parecer lo contrario. Marco Terencio Varrón, muerto a la edad de 90 años después de haber sido lugarteniente de Pompeyo en la batalla de Munda y haber escrito *seiscientos veinte volúmenes* que comprenden *setenta obras diferentes*, dice que él «de niño era tan pobre que no tenía la posibilidad de bañarse todos los días».

Varrón escribía esto en el siglo I a. C.; después de 21 siglos no son muchos los niños, aun los que no son pobres, que se bañan todos los días. Dos siglos antes que Varrón, Aristófanes lamentaba que los griegos iban tomando «la misma mala costumbre de los romanos de bañarse diariamente»; es claro que para tomar esa mala costumbre es necesario, en primer término, tener una índole especial, y en segundo término que el agua se distribuya en abundancia. Otro griego, Estrabón, dice que «los romanos han cuidado « en modo especial las cosas que los griegos han des« cuidado, como las carreteras, los acueductos y el « saneamiento»; y agrega que «es tanta el agua lle« vada a Roma por los acueductos que corre por la « ciudad y por los canales subterráneos como un río».

La civilización de un pueblo se mide por la cantidad de agua que utiliza; 250 años a. C., en Roma se distribuían 60.000.000 de litros de agua por día, lo mismo que utilizaría actualmente, a razón de 150 litros de agua por persona, una ciudad de 400.000 habitantes. Y esto no era más que el principio de las soberbias moles que surgieron después para proveer de agua no sólo a la capital sino a las más apartadas ciudades de provincia.

Durante el imperio, 400 km. de conductos distribuían en Roma *dos mil trescientos diecinueve millones* de litros de agua por día, cantidad que —con la misma suposición anterior de 150 litros por persona— alcanzaría para una ciudad moderna, aun inexistente, de más de quince millones de habitantes.

El agua era llevada por acueductos colosales cuyos restos nos llenan de admiración y nos recuerdan la frase de Goethe, quien ante esos restos exclamaba: «¡Qué noble y hermoso es el donar el agua a todo un pueblo en tan prodigiosa forma!».

El acueducto es una obra estrictamente de ingeniería; quien duda de la estética de las obras de ingeniería es porque nunca ha visto un acueducto. Juan Jacobo Rousseau habla en sus «Confesiones» del sentimiento de estupor que experimentó al ver por primera vez el llamado «Puente del Gard», o sea el acueducto romano que llevaba el agua del río Usez a la ciudad de Nimes, en Francia.

Los egipcios excavaban túneles para sus sepulcros, sus «hipogeos»; los romanos, fieles al principio «ubi aqua, ibi vita», excavaron túneles para sus acueductos.

Dice Plinio que «si en su tiempo alguien hubiera considerado atentamente la abundancia de agua para el uso de los baños, de las piscinas, de las casas, de los jardines, de las huertas, de las villas, de los suburbios y del espacio que circunda la ciudad, abundancia debida a que se habían construído viaductos donde era necesario, horadado las montañas y terraplenado los valles, se habría convencido que nada era más digno de admiración en todo el mundo.»

Ocho acueductos llevaban el agua potable a Roma y dos acueductos más llevaban el agua no potable para riego, naumaquias, etc. Los primeros eran los del Anio Viejo, el Valerio, el del Agua Martia, el Julio, el de la Virgen, el Apio, el Claudio y el del Agua Tépula; los segundos eran los del Anio Nuevo y el del Agua Alseatina. En el siglo II se agregó un décimo primero: el Trajano.

El agua que llegaba a Roma era distribuída en quinientas fuentes, ciento treinta juegos de agua y ciento setenta depósitos.

Un acueducto se componía esquemáticamente de una serie de tanques destinados a recibir cada uno el agua de una fuente; por tubería o canales, el agua pasaba de estos tanques pequeños a otro mayor —cilíndrico y con tapa en forma de casquete esférico— cuya capacidad era igual a la suma de las



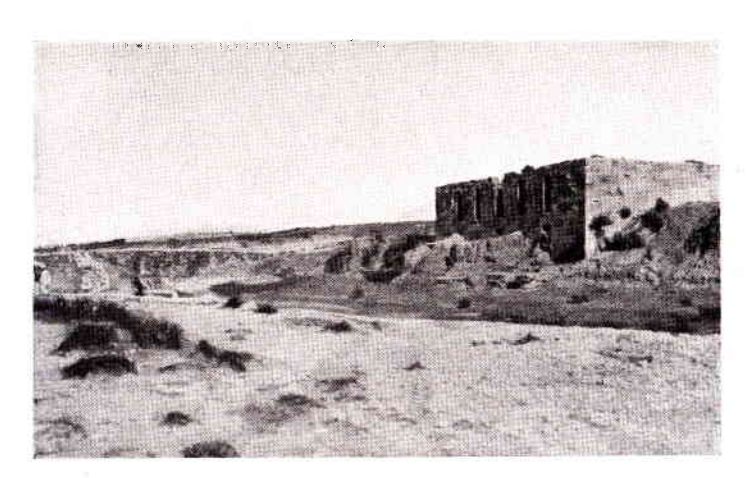
Tipo de acueducto romano (Siglo I d. C.)

capacidades de todos los tanques más pequeños. Del tanque mayor comenzaba el acueducto propiamente dicho, que por viaductos y terraplenes y por desmontes y galerías, terminaba en otro depósito desde el cual se distribuía en definitiva el agua a la ciudad. En las ciudades alejadas de los cursos de agua se construían grandes depósitos para recoger las aguas de lluvia que se distribuían después, previa decantación, por medio de tuberías. Tal es el caso de Leptis Magna, patria de Septimio Severo; la barbarie ha destruído el depósito y el acueducto, y donde era Leptis está ahora el desierto.

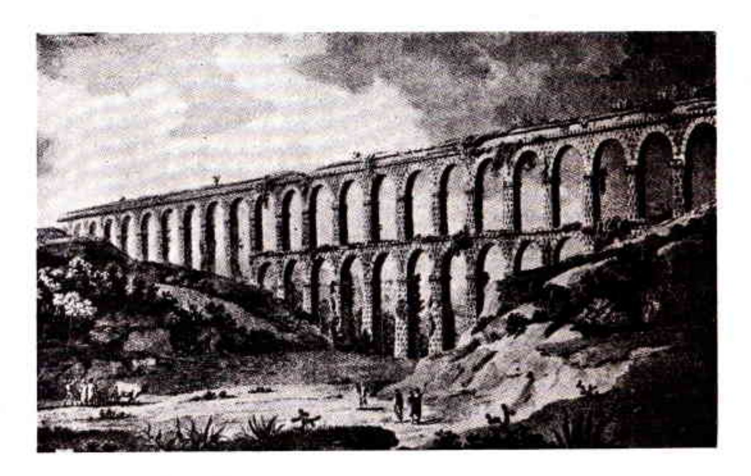
Un ejemplo del caso anterior, o sea del agua que proviene de las fuentes, es el del «Agua Apia». El tanque mayor del «Agua Apia» estaba a unos 15 km. de Roma, fuera de la Puerta Esquilina; desde allí el acueducto se dirigía, casi todo por canales subterráneos, hacia la Puerta Trigémina, entre el Celio y el Aventino, distribuyéndose después a la parte baja de la ciudad.

El nombre de «Agua Apia» es debido a que el acueducto fué ideado por Apio Claudio Ciego, censor, general, filósofo, poeta e ingeniero. Las poesías pitagóricas de Apio Claudio se han perdido y sólo las conocemos porque de ellas habla Cicerón; pero si se han perdido sus obras poéticas y filosóficas, quedan de ese recio sabino otras dos obras famosas: el acueducto del «Agua Apia» y la «Vía Apia», las que son, por poco que se piense, más poéticas y filosóficas que muchas poesías y filosofías.

El acueducto del «Agua Apia» fué el primero en orden cronológico, el siguiente fué construído por Curio Dentato, aquél pertenece a fines del siglo IV a. C., éste a principios del siglo III. El acueducto de Curio transportaba a Roma el agua desde el Anio, que ahora se llama Aniene, corriendo en una longitud de 42 millas romanas (alrededor de 63 km.) casi enteramente por canales subterráneos. Las obras se llevaron a cabo después del 279 a. C., año en que Curio Dentato derrotó a Pirro en la batalla de Maleventum; para financiarlas se utilizó el botín de guerra conquistado al ejército de Pirro en su retirada.



Tanque de agua en Leptis (África)



Acueducto de Tarragona

Este acueducto es de agua potable y no lleva el nombre del constructor, no se llama «de Curio», sino «del Anio Viejo» para distinguirlo de otro construído por Calígula que también lleva las aguas del Anio y que se llama «del Anio Nuevo».

Las aguas del Anio Nuevo no son potables, pero lo son las del Acueducto Claudio, construído por el emperador del mismo nombre, y como los ejes de los dos canales —el del Anio Nuevo y el del Claudio— son paralelos durante un cierto trecho, se hicieron pasar por el mismo viaducto en canales superpuestos. En las fotografías y en los cuadros de la campaña romana es costumbre hacer aparecer los arcos supérstites de esta gran obra. Las arcadas de ese doble acueducto se extendían en una longitud de *doce kilómetros;* en el año 1585 fueron en gran parte destruídas por orden del Papa Sixto V.

Tres canales superpuestos tiene otro viaducto —más bien un puente canal— construído en tiempos de Augusto para cruzar la Vía Tiburtina; los tres canales llevan el «Agua Martia», «Tépula» y «Julia». Ese acueducto triple fué restaurado primero por Tito y después por Caracala, hasta que el puente quedó en las nuevas murallas que ciñeron la ciudad, de la cual constituyó una de las puertas; se llamó «Puerta Tiburtina» antes, y «Puerta San Lorenzo» después.

Hay otra puerta, doble y más monumental que la anterior, construída por Claudio y restaurada por Vespasiano y Tito; sobre ella corren el agua «Cerúlea» y «Curia» desde la milla 45 (68 km. aproximadamente) y el agua del Anio Nuevo desde la milla 62 (93 km.); esto y los nombres de su constructor y restauradores se leen en una inscripción colocada sobre los dos arcos de la puerta; debajo de un arco pasaba la Vía Prenestina, debajo del otro la Vía Labicana; ahora el conjunto de los dos arcos se llama «Puerta Mayor».

Como las aguas potables se recogían directamente de las fuentes, lo único necesario para su utilización era clarificarlas, lo cual se obtenía por medio de piscinas escalonadas (limariae) donde las aguas, al pasar de un nivel superior a otro inferior depositaban en aquél la arena y los detritos.



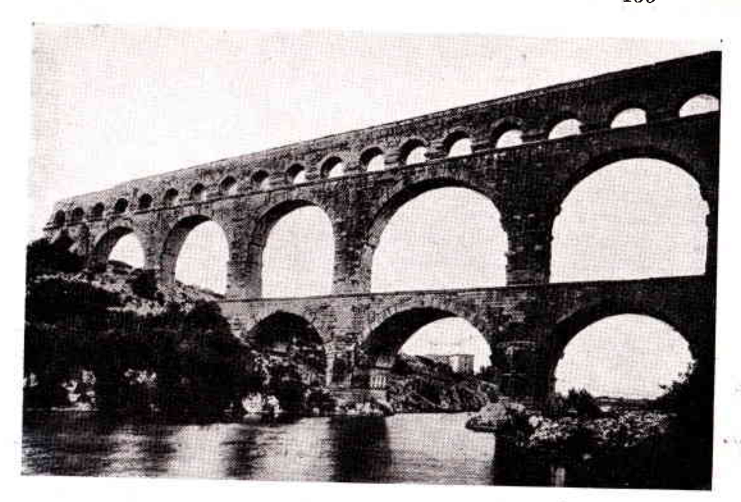
Restos del acueducto de Claudio

Si bien la química fué mencionada por primera vez como ciencia —«scientia Chimiae»— en Roma por Julius Maternus Fírmicus, en su obra que lleva por título «Mathesis» escrita en el siglo IV, y si bien se conocía la existencia de microorganismos patógenos, es fácil suponer que sólo por medio de la observación se obtenían resultados semejantes a los que ofrecen nuestros análisis químicos y bacteriológicos, tanto más que la salubridad y pureza de las aguas de ciertas fuentes era proverbial.

Hemos hablado del «Puente del Gard» correspondiente al acueducto que proveía de agua a la ciudad de Nimes. Este acueducto, de 41 km. de longitud, cruzaba el Gard sobre un gran viaducto de 269 metros de largo y 49 metros de altura en tres órdenes de arcos; sobre el tercer orden de arcos corría el canal. Las arcadas centrales bajas tienen un diámetro de 24 metros; sobre ellas se agregó en 1743 una parte lateral a fin de que sirviera de puente para la unión, a través del valle, de las dos laderas. El otro acueducto, que con el de Gard son las dos más grandiosas construcciones romanas de ese género en Europa, es el de Segovia, cuyas pilas de 35 metros de altura están reforzadas por arcos intermedios.

No citamos todos los acueductos construídos en el imperio por no extendernos demasiado; sólo recordamos que desde el primero —construído por Apio Claudio en el siglo IV a. C.— hasta el último —construído por Justiniano en Constantinopla en el siglo VI d. C.—, ha habido 10 siglos de construcciones de conducción de agua y de higiene. Después sobrevino la Edad Media, y después la Edad Moderna, y ambas borraron, junto con otras cosas, todo lo que habían hecho los romanos respecto a ingeniería sanitaria.

«De la misma manera —dice el Dr. Varrón— que en el siglo XVIII se encontraban en Francia castillos y residencias principescas en las que, junto al lujo más refinado, dominaba a menudo una suciedad indescriptible, también en la Edad Media se veían en los castillos y en las casas burguesas detalles de la más refinada cultura caballeresca junto a las más primitivas condiciones de higiene».



Puente del Gard



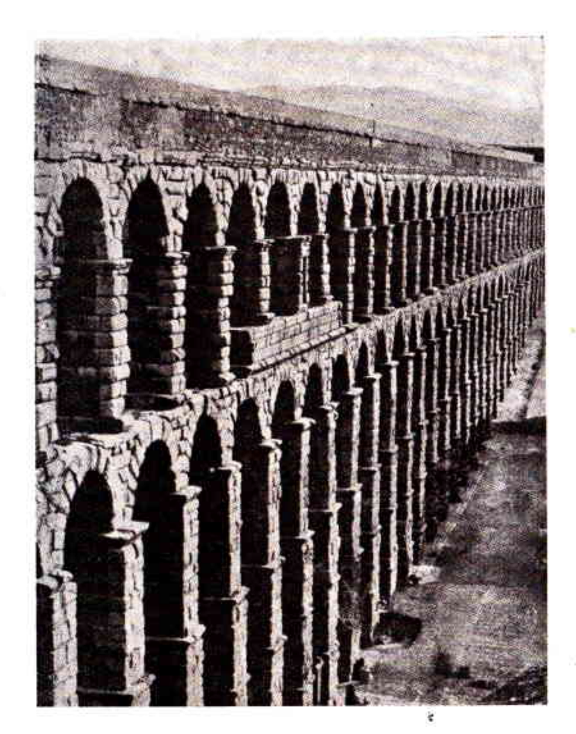
Acueducto de Justiniano en Pirgos (Turquía)

No es conveniente describir aquí las condiciones higiénicas de la Edad Media y de la Moderna; quien desee conocerlas puede leer la obra de Mercier «Tableau de Paris», editada en 1787. Es proverbial la suciedad que existía en el Palacio de Versalles, sobre todo en la época de Luis XIV; pero, sin remontarse a tiempos lejanos, Violet-Le-Duc, el gran arquitecto francés, escribía a mediados del siglo pasado: «Nosotros nos acordamos de los olores que había expandidos en el tiempo de Luis XVIII (1814-1824) en los corredores de Saint-Cloud, porque las tradiciones de Versalles se habían conservado escrupulosamente».

Es natural que «donde apenas se conocían los lavabos», las damas y caballeros empolvados, cuyos retratos admiramos y cuyas aventuras leemos, no brillaran por la higiene y la limpieza. Las invasiones bárbaras y las destrucciones de los civilizados llevaron el mayor desaseo a las mismas regiones donde veinte siglos antes se distribuía el agua a la población en cantidad prodigiosa y se construían grandes baños públicos y termas grandiosas, ante las cuales nuestras piscinas no son más que juegos de niños.

Pero la construcción de las termas sólo alcanzó su máximo desarrollo durante el imperio, porque antes los baños, públicos o privados, eran diferentes. A ese respecto, y como comparación entre los tipos de baños en el lapso de dos siglos, merece traducirse lo que escribía Séneca en el Siglo I d. C. relativo a su visita a la casa de Escipión Emiliano quien, como es sabido, vivió 200 años antes que Séneca.

«He visto —dice Séneca— el baño pequeño y oscuro según la costumbre de nuestros mayores; creían ellos que era necesario para la calefacción que hubiese una semioscuridad. Fué una gran satisfacción para mí comparar las costumbres de Escipión con las nuestras. Es en este oscuro asilo que aquel héroe, el terror de Cartago, bañaba su cuerpo cansado por las fatigas de la guerra. ¿Quién consentiría hoy en bañarse así? Creería estar en la indigencia si las piedras preciosas trabajadas por hábil escalpelo no resplandecieran por doquier sobre las paredes, si los mármoles de Alejandría no fuesen enteramente incrustados con mármoles de Numidia, si la bóveda no fuese de vidrio, si las



Acueducto de Segovia

« piscinas no fuesen cubiertas con mármoles de « Tapso —maravilla ésta que sólo era reservada an- « tes para algún privilegiado—, si el agua no manase « en tubos de plata. Y yo no hablo sino de los baños « populares, pero ¿qué diré si observamos los baños « de los libertos? Cuántas estatuas, cuántas columnas « que no sostienen nada, sólo colocadas allí para « adorno! Es tal hoy nuestra delicadeza que sólo per- « mitimos a nuestros pies pisar piedras preciosas. En « los baños de Escipión no hay más que pequeñas « vanos para ventanas; hoy, en cambio, se dice que un « baño es una cueva si no está dispuesto de modo « que reciba el sol durante el día por inmensos « ventanales, y si desde la bañera no se divisan el « campo y el mar.

«Antes había pocos baños y éstos eran muy poco « decorados, porque —en realidad— para qué osten- « tar tanta magnificencia en edificios donde se en- « traba pagando un cuadrante (dos centésimos aprox.) « y que eran destinados a la utilidad más que al « placer?».

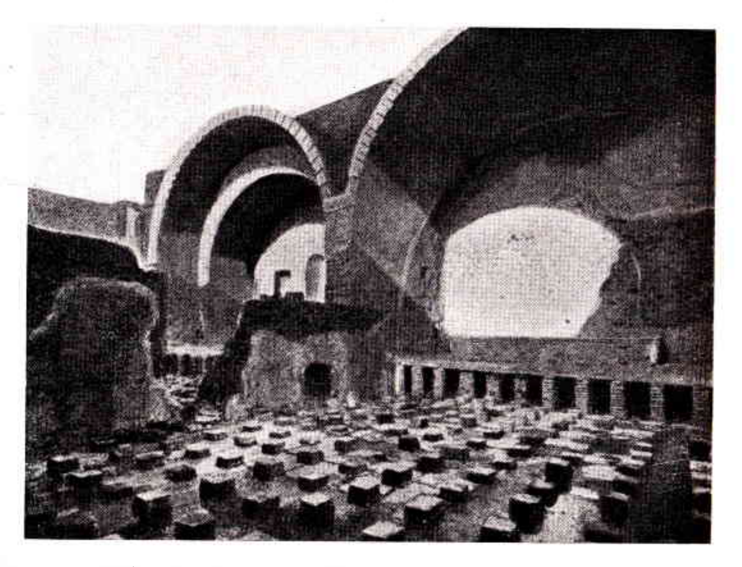
De esta especie de filípica relativa al lujo en los baños populares se deduce:

a) Que «las maravillas usadas antes por algún privilegiado» eran usadas por el pueblo en el siglo I d. C.

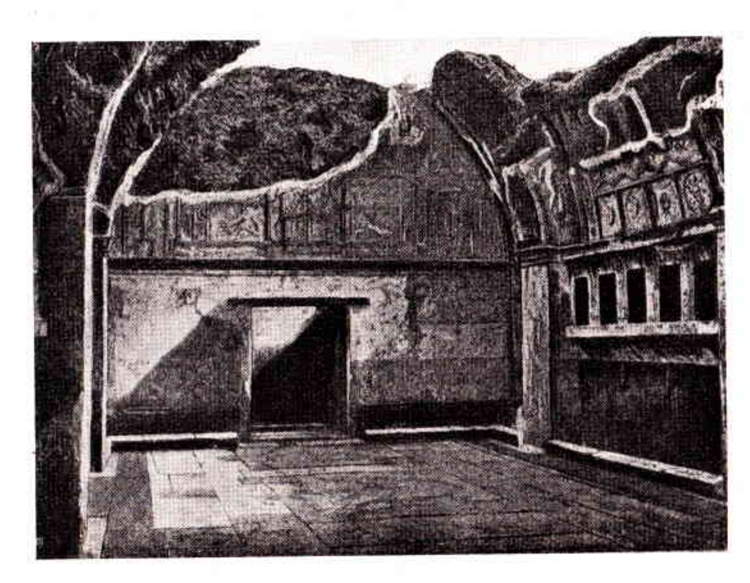
b) Que en los baños populares se usaban surtidores de plata; recién hace pocos años se volvió a conocer el poder bactericida de la plata.

c) Que en los mismos baños «las bóvedas eran de vidrios», lo que indica el desarrollo industrial respecto a la fabricación del vidrio, el cual desarrollo sólo se ha alcanzado nuevamente muchos siglos después.

d) Que si se compara la descripción de estos baños populares con los baños populares que aparecen en las incisiones de Durero, podrá notarse que en quince siglos se ha retrogradado mucho. El precio que se pagaba (cuando se pagaba, porque había establecimientos de baños gratuitos) de un cuadrante estaba al nivel de todo el mundo. En el 1913, una revista europea decía textualmente: «Los baños tienen un precio elevado, y para poder reducir ese precio ha surgido la idea de construir un gran estable-



Baños de Pompeya (Caldarium). - Nótese los pequeños pilares destinados a sostener el piso del Caldarium, piso que constituía el techo del "depósito" de aire caliente



Baños de Pompeya (Tepidarium)

cimiento con gran número de casillas y dotado de una piscina para natación *en el verano*».

Lo transcripto se refiere a los futuros baños de una gran ciudad europea; Pompeya era en el siglo I una pequeña ciudad de provincia, pero su establecimiento de baños —*Balnea* y no termas, como erróneamente se llaman— descubierto en 1824, es un ejemplo de lo que puede y debe hacerse para la higiene colectiva.

El establecimiento de baños de Pompeya era un edificio con seis puertas de ingreso; tres para los hombres, una para las mujeres y dos para el servicio. Después de entrar por una de ellas, se encontraba un gran atrio rectangular con tres filas de columnas sobre tres lados y una fila de asientos en el cuarto lado; los asientos servían para los que debían esperar que una piscina estuviese libre. De este atrio se pasaba a un corredor, y de éste al vestuario en el fondo del cual se hallaba el guardarropa donde la persona se desvestía y entregaba sus vestidos a los encargados de cuidarlos (capsarii) mientras duraba el baño en los ambientes correspondientes.

El baño se componía de un local de temperatura elevada, otro de mediana y otro de temperatura normal; en el primero —de cuyo sistema de calefacción ya hemos hablado— se verificaba el primer baño caliente (sudatio a vaporarium); el segundo (tepidarium) era destinado a impedir el pasaje brusco de calor al frío, y el tercero (frigidarium) contenía una piscina de natación a temperatura ambiente.

Estos eran los ambientes principales; los ambientes secundarios eran: el gimnasio para provocar la transpiración anterior al baño caliente y los locales para las fricciones con aceites perfumados (oleoterii) posteriores al baño.

Estos establecimientos no eran exclusivos de las ciudades; en los campamentos había otros semejantes y estables como los de las ciudades, porque es sabido que los soldados no vivían en las ciudades sino en los campamentos.

Como ejemplo de establecimientos balnearios de campamento citaremos el de Djebel Ses en el desierto de Siria; el edificio se componía de cuatro locales;

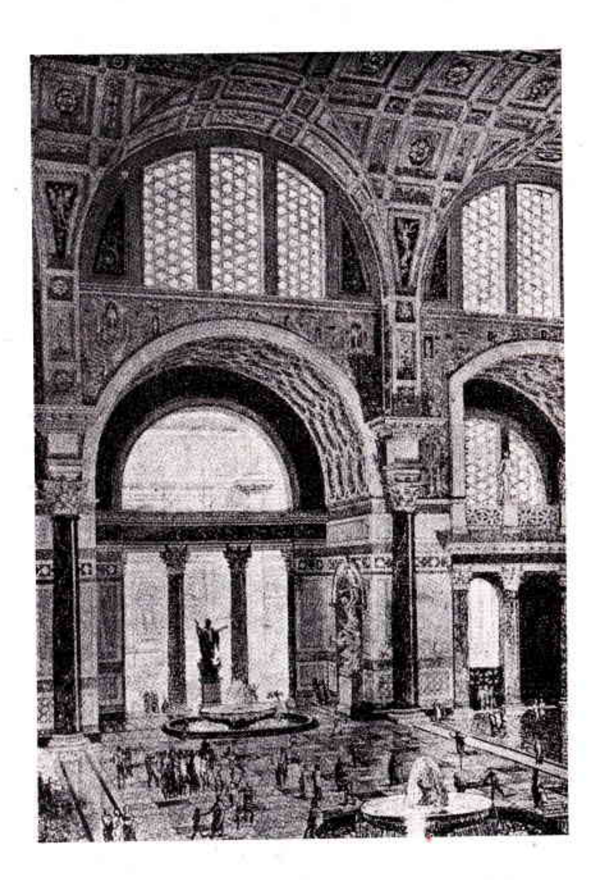
en el primero había una piscina con agua fría; en el segundo estaba el «tepidarium», en el tercero el «sudatio» y en el cuarto las estufas.

Además de los establecimientos de las ciudades y de los campamentos estaban los balnearios situados en los lugares donde había fuentes terapéuticas. Gran parte de los que toman sus baños curativos en Aix-les-Bains, en Vichy, en Baden-Baden, en Bath, en Wiesbaden, etc., desconocen que utilizan las mismas aguas curativas de los grandes establecimientos de baños que habían construído los romanos en Aquae Sextiae (Aix-les-Bains), en Aquae Cálidae (Vichy), en Aquae Aureliae (Baden-Baden), en Aquae Graniae (Aachen), en Aquae Matiacae (Wiesbaden), en Aquae Solis (Bath), en Aquae Panoniae (Baden, cerca de Viena), etc.

En Pasha Ludsha (Asia Menor) y en Kenchela (Argelia) las antiguas piscinas sirven aún para el público.

No deben confundirse los establecimientos de baños (balneae) con las termas (thermae); si bien estas últimas servían también para los baños, su superficie era mucho mayor y la mole de la construcción era también mucho mayor. Los establecimientos de baños eran para la higiene y el bienestar, las termas eran un lugar de esparcimiento porque, además de los baños, contaban —como es sabido— con academia, gimnasios, pinacotecas, museo de estatuas, biblioteca, etc., con soberbias decoraciones, artísticos ventanales, candelabros, cariátides, columnas y bóvedas prodigiosamente decoradas. Según dijimos en la lección anterior, las bóvedas estaban compuestas con nervaduras de ladrillos, destinados a formar los esqueletos, y un relleno de hormigón que «constituyendo como la carne de esos esqueletos grandiosos, está tan unido a ellos que forma un sólo cuerpo de fundición, asumiendo las formas más variadas, que cubren grandes espacios, se lanzan hacia lo alto, abren un fondo en todas las direcciones y dan lugar a una enorme variedad de plantas y de desarrollos sucesivos».

Las oscuras murallas que aun se levantan, como restos mutilados de las Termas de Caracala, indican la



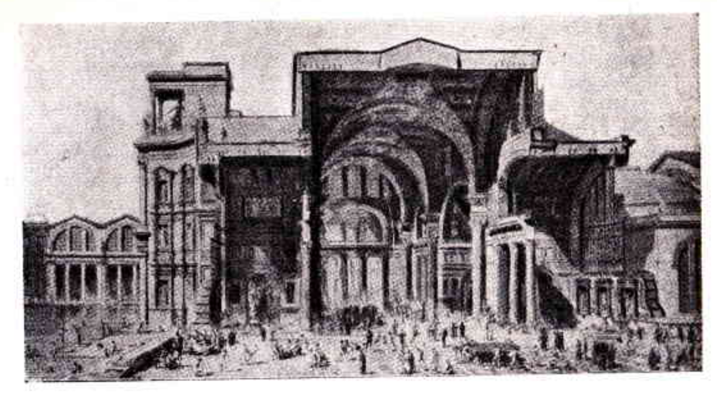
Termas de Caracala (Reconstrucción)

grandiosidad de estas clases de obras, grandiosidad que aun podemos admirar en su estado inicial en la Sala Central (el Frigidarium) de las Termas de Diocleciano, sala de unos 1.400 m² de superficie con columnas marmóreas y bóvedas de crucero, transformada por Miguel Angel en la actual Iglesia de Santa María de los Angeles. Y podemos admirar la grandiosidad de estas construcciones en la esedra de las mismas termas, gran segmento de 160 metros de cuerda que es actualmente la «Plaza de la Esedra».

Como, entre baños y termas, había en Roma unos novecientos establecimientos, puede calcularse la cantidad de combustible necesario para la calefacción y la cantidad de agua que se renovaba continuamente, agua que era llevada después al Tiber por tuberías subterráneas de la red de saneamiento.

La construcción de la red de saneamiento fué una de las primeras preocupaciones de los romanos desde la época de los reyes. Las aguas que corrían desde las siete colinas se estancaban en los valles; eran necesarias las obras de purificación y de limpieza, y como limpiar o purificar se decía «cloare», los canales de desagüe fueron llamados «cloacas». Estas eran, en consecuencia, grandes acueductos subterráneos que, corriendo debajo de los valles y de las colinas, recibían las aguas que de ellas fluían, impidiendo así el estancamiento. Dichos acueductos llegaron a ser de tal magnitud que las barcazas podían recorrerlos en una interminable navegación subterránea, y la red era tan extensa que su limpieza costaba más de dos millones de pesos anuales de nuestra moneda.

Subsiste aun la Cloaca Máxima, construída en el siglo VI a. C. para recoger las aguas del Quirinal, del Viminal y del Esquilino. La Cloaca Máxima comenzaba en el Foro y, después de un breve recorrido de 800 metros, terminaba en el Tiber. Debe imaginarse un túnel de 7,48 m. de altura desde el piso hasta la clave en el intradós, con una bóveda de un diámetro interior de 4,47 m. formada por tres órdenes de dovelas concéntricas; las dovelas son de travertino y tienen algo más de un metro de altura cada una, de modo que el espesor total de la bóveda es



Termas de Diocleciano (Corte)



La desembocadura de la Cloaca Máxima

mayor de tres metros. Las piedras están colocadas sin cemento y, después de 26 siglos, aun sirve para el saneamiento de Roma.

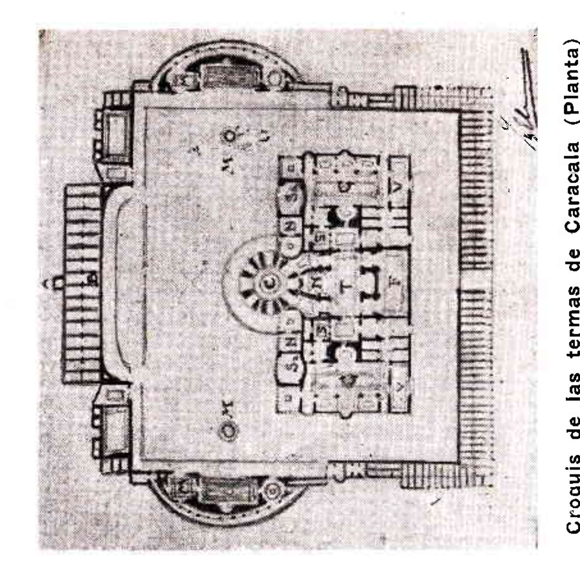
Esta obra es una realidad etrusca, y su constructor fué Tarquino el Antiguo —rey etrusco que gobernó en Roma desde el 616 hasta el 578 a. C.—; y ya se ha dicho que los etruscos eran maestros en la construcción de canales, túneles y acueductos subterráneos para obras de saneamiento y drenajes.

Y se ha dicho también que en muchas cosas, y especialmente en obras de ingeniería, los romanos fueron dignos discípulos de tales maestros.

Es sabido que las obras de saneamiento lograron la desaparición de muchas epidemias e hicieron exclamar a Bernard Shaw que «más que los médicos, los ingenieros habían salvado a Europa de estos azotes». Indudablemente hay en estas palabras una exageración del gran ironista inglés; pero la verdad es que la ingeniería ha seguido la pauta de los grandes descubrimientos médicos, sobre todo el bacteriología e higiene; y cuando los investigadores de estas ramas de la ciencia mostraron «verbi gratia» que las aguas, que los mosquitos, etc., eran los agentes transmisores de las enfermedades, los ingenieros construyeron acueductos, sanearon las aguas y cegaron los pantanos.

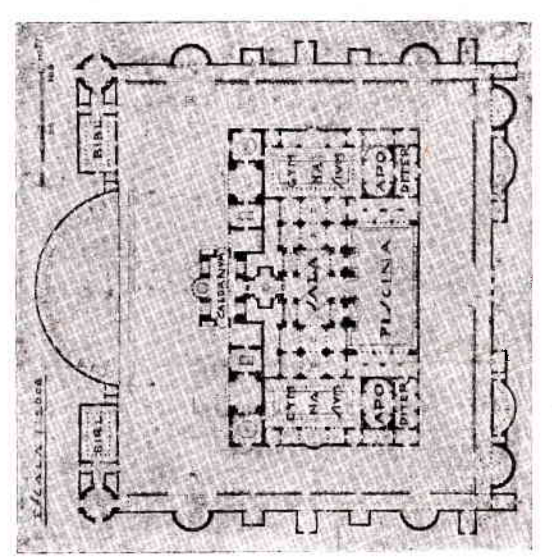
Pero estos descubrimientos y estas construcciones que nos parecen grandes adelantos, porque las comparamos con el estado lamentable de los siglos próximos pasados, eran conocidos por los Romanos. Una de las obras de agricultura de Varrón tiene por título completo «De rerum rusticorum libri tres», y fué escrita cuando «el octagésimo año de edad —dice— me advierte que debo prepararme para el gran viaje». La esposa de Varrón había adquirido un predio rural y él escribe en sus tres libros para que «de igual modo que la Sibila, después de desaparecer, sigue siendo útil con sus oráculos, así él, después de desaparecer, podrá ser útil con su obra para que sirva de guía a su anciana compañera».

En el primero de los tres libros en que se divide la obra, titulado «De Agri Cultura», Varrón dice que *«existen seres vivientes sumamente pequeños, invisibles a simple vista, que penetrando en el organismo humano, causan obstinadas enfermedades»*.



Croquis de las termas de Caracala (Planta)

C) Caldarium V) Vestuario (Apoditerium)
T) Tepidarium M) Fuentes
F) Frigidarium A) Tubería de acceso
G) Gimnasium B) Tanques de agua
Sa) y N) Salas



Termas de Diocleciano (Planta)

Varron escribía su obra exactamente en el año 37 a. C. Al mismo tiempo, otra cumbre del genio antiguo, Tito Lucrecio Caro, terminaba su poema en que se une maravillosamente la poesía a la ciencia, poema del cual decía Cicerón «ad finem cum veneros, virum te putabo», o sea «si llegas a leerla hasta el final, te consideraré un verdadero hombre (vir)».

«Ahora te explicaré —dice Lucrecio— el origen « de las epidemias que de improviso invaden mu« chas veces algunas comarcas y causan horrible mor« tandad entre los hombres o entre los animales. « *Existen en el espacio muchísimos corpúsculos de « los cuales unos son favorables a la vida y otros « son auxiliares de la muerte. Cuando estos últimos « se congregan casualmente en gran número, infi« cionan el aire y perturban la marcha regular de « la existencia.* Los gérmenes de las epidemias o vie« nen transportados por las nubes y las tempestades « desde lejanos climas, o surgen del mismo país me« diante alteraciones producidas en el cielo y en la « atmósfera, por intempestivas lluvias y calores excesi« vos. El contagio de la nueva calamidad pronta« mente se apodera de las aguas, se posesiona de « los frutos y de otras sustancias que sirven de ali« mento a los hombres y de pasto a los animales, o « se mezclan con el aire que respiramos».

Como se ve, el conocimiento de la existencia de microorganismos patógenos, causas de las epidemias, no es tan moderno como parece; y este conocimiento explica la preocupación romana en la construcción de acueductos y obras de saneamiento y en el desecamiento de lagos y pantanos, no sólo en Roma sino en las provincias.

Entre estas obras de saneamiento queremos recordar la de Curio Dentato, sabino como Varrón y Apio Claudio, cuya gloria no consistió solamente en la victoria militar contra Pirro y en la construcción del acueducto, sino en otra obra ciclópea que aun perdura y perdurará a través de los siglos.

Cerca de la ciudad de Reate, la actual Rieti, donde más tarde debía nacer Varrón, corre un río que se llama Velino. Las incrustaciones de las aguas del Velino habían formado durante centenares

de años una barrera que impedía la corriente regular; de este modo las aguas se empantanaban y el terreno se había transformado en marismas infecundas y mortíferas.

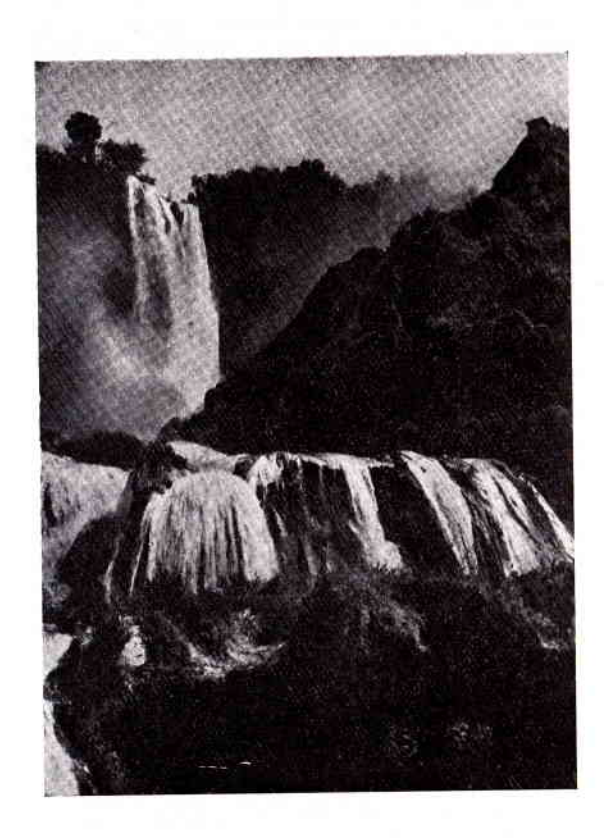
Nombrado censor Curio Dentato, 273 años a. C., hizo excavar la montaña de las Mármoras, cerca de Terni, y el Velino se precipitó por el canal artificial constituído por el corte hecho en la montaña, en otro río que corre más abajo, la Nera. La altura total de la caída es de 275 metros y el agua alimenta ahora grandes centrales eléctricas produciendo unos 500 millones de kilowatt-horas, una parte de los cuales se utilizan en las fundiciones de acero de Terni.

Terni —la antigua Interamne— está sobre la Nera, a 130 metros sobre el nivel del mar; Rieti está a unos 15 km. de Terni y cerca del Velino, a 405 m. de altura. En el siglo I a. C. los ciudadanos de Terni se quejaron al Senado Romano aduciendo que las aguas de la Nera desbordaban debido a las del Velino que precipitaban por la cascada, y pidieron que se ejecutaran las obras necesarias para que aquélla desapareciera.

Los ciudadanos de Rieti, a quien esa desaparición hubiera perjudicado porque habría provocado la reaparición de los pantanos, solicitaron del mismo Senado la conservación de la cascada. El Senado nombró una «comisión técnica», como diríamos ahora, compuesta por diez legados y un cónsul, para que «informara». Parece que los ciudadanos de Rieti no debían tenerle mucha confianza a dicha «comisión», porque se hicieron defender ante el Senado por el mejor abogado que encontraron: Marco Tulio Cicerón, y la defensa fué tan eficaz que la cascada quedó y nosotros podemos admirarla y utilizarla.

Esta obra gigantesca es referida por Cicerón en el estilo lapidario que tan bien se adice al carácter romano: «Lacus Velinus a M. Curio emissus, interciso monte, in Narem defluit». Todo el trabajo titánico está en dos palabras: «interciso monte»: por la montaña cortada.

El agua al caer forma un gran arco iris, el cual está descripto por Plinio el Viejo en el capítulo



La cascada de Las Mármoras

LXII del segundo libro de su Historia Natural con las siguientes palabras: «et in lacu Velino nullo non die apparere arcus». Casi veinte siglos después, Lord Byron en el Childe Harold eleva un himno a la cascada y al arco iris que ella forma, himno cuyos últimos versos, traducidos en mala prosa, dicen: «Mi-
« radla! Ella viene como una eternidad que todo
« abate en su curso, fascinando de terror la mirada,
« catarata sin par! Empero, de lado a lado, sobre el
« borde del abismo está sentada Iris entre el vórtice
« infernal, como la esperanza sobre el lecho de
« muerte; y mientras todo alrededor es desgarrado
« por la furia de las aguas turbulentas, Iris conserva
« serena sus brillantes colores con sus no cortadas
« fajas, semejante, entre la tormentosa escena, al
« Amor que vigila la Locura».

Compárese la descripción sintética, la de un sabio que hace Plinio y la descripción poética de Lord Byron. Casi dos mil años separan a ambos; qué hermoso es —dice Barrili— a la distancia de casi dos mil años haber contemplado todos el mismo espectáculo!

La humanidad pasa, los arcos de piedra y de hierro se derrumban ante el embate de los siglos, pero ese arco iris luminoso, milenario símbolo de paz, «conjunto leve e impalpable, fruto de los amores del sol con las gotas de agua» ha aparecido cuando el cónsul Curio Dentato rompió la montaña para dar paso al agua y durará hasta que duren el sol y el agua.



IX

La vialidad durante la república y el imperio. — Las carreteras romanas; su desarrollo y los sistemas de construcción. — Los puentes romanos. — La medición del imperio

Hemos citado el Foro Romano y los Rostros, es decir la construcción donde estaba situada, en el mismo Foro, la tribuna de los oradores. A la izquierda de quien miraba hacia los Rostros, y cerca de éstos, había una columna miliaria: allí comenzaban —o terminaban— todas las carreteras romanas, porque «todos los caminos llevaban a Roma».

No fueron los romanos los primeros en construir carreteras; ya hemos hablado de las calles etruscas descubiertas en Vetulonia; y, antes que los etruscos y los romanos, —23 siglos a. C.— los egipcios construían calzadas con grandes bloques de piedra; en el 2º milenio a. C. los reyes Casitas trazaron un camino militar entre Babilonia y el Jordán; y, posteriormente, desde Babilonia se irradiaron los caminos hacia la India, la Siria y Persia, caminos entre los cuales eran famosos los de Ecbatana, Susa y Sardes. También los Cartagineses construyeron carreteras, utilizando para la pavimentación piedras de menor tamaño y más fácilmente manuables que las que utilizaban los egipcios; y también los griegos pavimentaban los caminos que, uniendo las ciudades con los templos, eran «Vías Sacras».

Pero, si los romanos no fueron los primeros en construir carreteras, dieron a esas vías de comuni-

cación un impulso tan maravilloso como jamás se había visto en el mundo, tan maravilloso que sólo 20 siglos después encontramos algo comparable.

Centenares de años, después de la desaparición de los romanos, vivió la humanidad sin una red de carreteras y sin que nadie pensara en construirla; por extraño que parezca, a ningún jefe de estado se le ocurrió facilitar las comunicaciones. Es conocido el hecho que cuando fué a Bruselas Carlos V, en cuyo imperio «nunca se ponía el sol», una compañía de gastadores iba delante de la carroza real para cortar el pasto y las malezas que estorbaban el viaje.

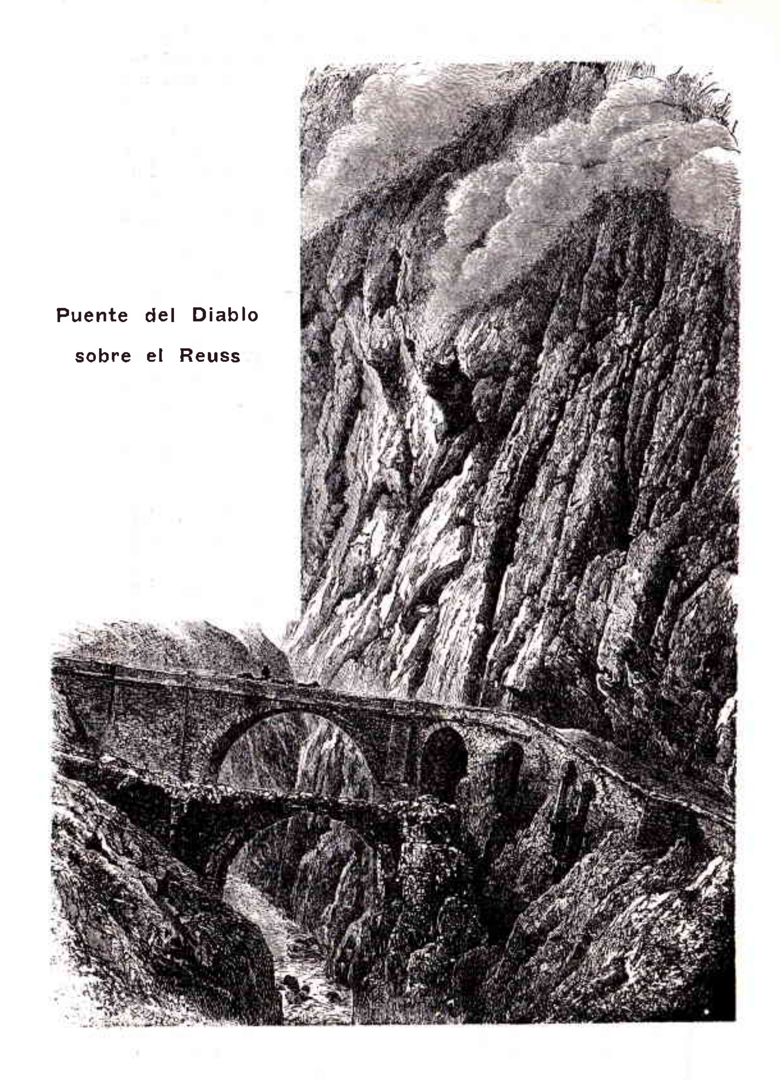
En el siglo XVIII, Luis XV dispuso que el Cuerpo de Ingenieros estableciera en Francia la red de carreteras; cuando los ingenieros, después de haber efectuado el trazado general de la red, comenzaron los trabajos constructivos, descubrieron que debajo de ese trazado iban apareciendo, a medida que se excavaba, las carreteras construídas por los romanos diez y siete siglos antes.

Actualmente se conoce la red general de las carreteras romanas y es fácil observar que lo que sucedió en Francia sucede también en todas las regiones que componían el imperio: la red actual de carreteras, construída y trazada de acuerdo a los últimos adelantos de la ingeniería moderna y utilizando máquinas poderosas e instrumentos de suma precisión, coincide con la red de carreteras romanas.

Porque, si los obstáculos naturales son los mismos, si las dificultades son las mismas, también el espíritu que impulsa a los ingenieros actuales a no detenerse ante los obstáculos y a vencer las dificultades es el mismo espíritu que impulsaba a los ingenieros romanos cuando excavaban desmontes colosales en la roca viva, cuando perforaban montañas y cuando construían viaductos gigantescos y puentes magníficos.

Basta recordar, como ejemplo, dos puentes construídos en los Alpes: el llamado «Puente del Diablo» en el San Gotardo y el puente del San Bernardino. Si hay obra atrevida y extraordinaria es el camino que atraviesa el desfiladero de Schoellenen; los obstáculos que se presentan parecen insupera-

Puente del Diablo sobre el Reuss



bles, las montañas altas y empinadas cierran el paso, el Reuss ruge saltando de cascada en cascada, y sobre el abismo, pasando de una montaña a otra, un puente de un sólo arco, de un metro y medio de ancho y sin parapetos, cruzaba el despeñadero.

Para la construcción de este puente se presentaron dificultades técnicas tan grandes que pareció imposible llevar a cabo la obra. En vista de esto. dice la leyenda, la gente del país hizo un contrato con el diablo prometiéndole el alma del primero que pasara por el puente; el diablo lo construyó en una noche, pero la gente del país hizo que el primero que pasara por el puente fuese un perro. La burla irritó al constructor quien arrancó un enorme peñasco para arrojarlo contra el puente y destruir su obra, y hubiera llevado a cabo el propósito si unos conjuros no se lo hubiesen impedido. Por eso el puente quedó y fué testigo de las guerras napoleónicas antes de ser arrasado por la tormenta.

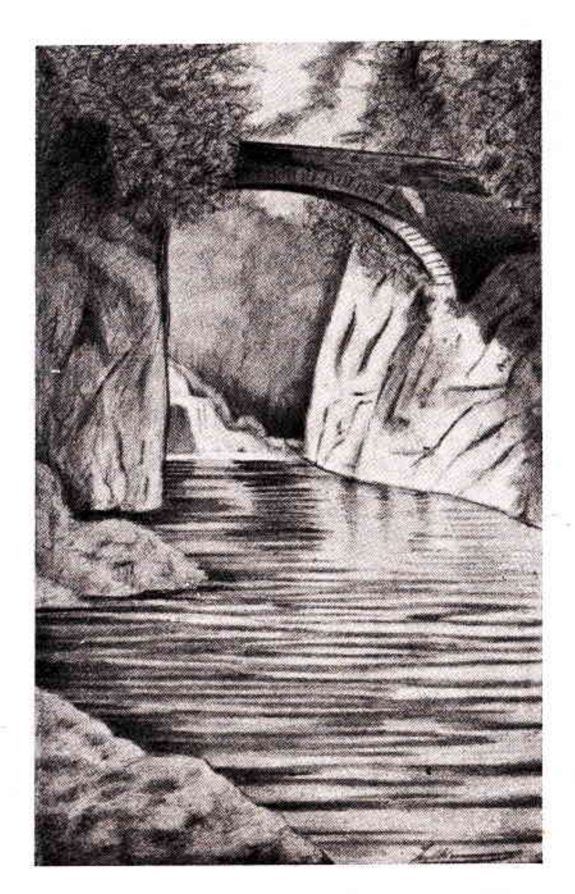
A unos 20 km. hacia el Sur, sobre el río San Bernardino, hay otro puente que podríamos llamar gemelo del «Puente del Diablo».

El puente del San Bernardino lo construyeron los romanos en el siglo I d. C. y no le pidieron ayuda al diablo porque no acostumbraban pedir ayuda a nadie, ya que —según Maquiavelo— los romanos fueron grandes porque preferían perder solos y no ganar acompañados.

Y mientras el puente del Diablo, de construcción muy posterior, no puede ser más utilizado y tuvo que ser sustituído por otro más moderno, el del San Bernardino, construído hace diez y nueve siglos, aun subsiste.

Sobre este puente pasaba la carretera que a través de los Alpes Centrales alcanzaba el Ródano, siguiendo el curso de este río hasta empalmarse con otra carretera que cruzaba los Alpes por el gran San Bernardo.

La red de carreteras romanas principales tenía una longitud de unos ciento cincuenta mil kilómetros, y como la superficie del imperio media 3.500.000 km², resulta un promedio de un km. de carretera por ca-



Puente romano sobre el San Bernardino

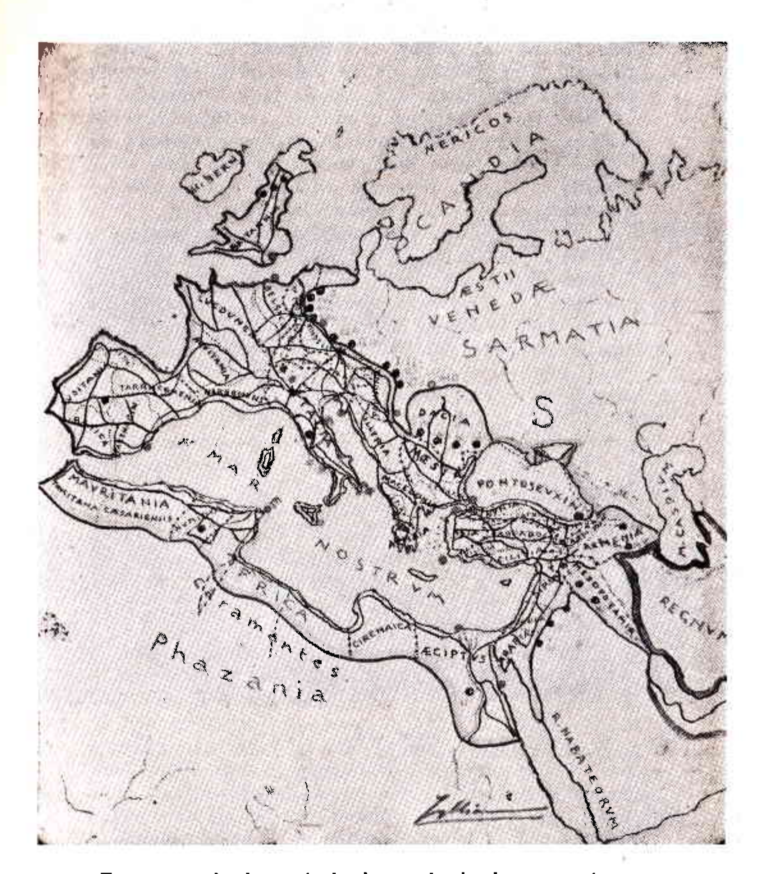
da 23 km^2. aproximadamente, promedio que difícilmente es alcanzado por muchos estados modernos.

Esa red de carreteras envolvía las treinta provincias que ahora son naciones, desde Armenia hasta Portugal, desde Arabia hasta Escocia, y desde Holanda hasta el Sahara, cruzando el Eufrates, el Danubio, el Rhin, los Pirineos, los Alpes, el Támesis, los Apeninos y los Montes Atlas; y por doquier viaductos, desmontes, terraplenes, montañas perforadas, valles rellenados, pantanos desecados con obras colosales cuyos restos aún nos llenan de admiración y de estupor.

Una de las carreteras más antiguas y, al mismo tiempo, una de las más admirables es la «Vía Apia», *regina viarum,* la reina de las vías. La Vía Apia fué comenzada por Apio Claudio Ciego en el 295 a. C., mientras Roma combatía contra los Samnitas, los Etruscos y los Galos; y para que ella fuera digna de su nombre, se perforaron montañas, se allanaron colinas, se construyeron puentes y viaductos y se excavaron pozos de drenaje para que la carretera no se inundara. La Vía Apia seguía hasta Nápoles en un primer tramo de 230 km., prolongándose después hasta Bríndisis, en camino hacia el Oriente, en una longitud total de 700 km.

No fué la Vía Apia la primera carretera construída por los romanos, anteriores a ella eran la Vía Salaria y la Latina, pero la Vía Apia tiene mayor importancia que las anteriores porque no sólo era la más hermosa, sino porque, recorriendo regiones de montañas abruptas, rocas escarpadas, torrentes impetuosos y ríos caudalosos, y atravesando los obstáculos con obras de arte jamás vistas en ninguna época anterior y en ninguna parte del mundo; sirvió de ejemplo a las carreteras que se construyeron posteriormente.

Además, la pavimentación de la Vía Apia era un modelo de pavimentación; el historiador griego Procopio, que escribió en el Siglo V d. C., en su primer libro sobre la «Guerra Gótica», al hablar de la Vía Apia, dice que las piedras «aunque no están ligadas ni con bronce ni con otro material, hacen creer a quienes las ven que no fuesen



Esquema de la red de las principales carreteras romanas. - Los círculos negros indican la ubicación de las legiones en el siglo III d. C.

unidas entre sí, sino tan juntas que, después del desgaste que han soportado por el frecuente rodar de vehículos y de tantas clases de animales, no se han movido ni gastado en ninguna de sus partes, ni nada han perdido de su pulimento». Y, cuando se piensa que entre la época de la construcción de la Vía Apia y la época en que escribía Procopio habían pasado ochocientos años, y que después de veinte y tres siglos aun subsiste la Vía Apia y se transita por ella, debemos admirar a los antiguos constructores, nuestros venerables maestros.

Plutarco, al hablar de Cayo Graco, dice que ese famoso cónsul atendió a la construcción y a la conservación de las rutas «cuidando al mismo tiempo la utilidad, la elegancia y la belleza, de modo que fueron trazadas por él las carreteras en línea recta, siendo ellas pavimentadas en parte con piedras trabajadas y en parte encerradas en una doble defensa de pedregullo».

El consulado de Cayo Graco corresponde al Siglo I a. C. En este siglo, que la historia llama «de la decadencia de la República», y que era el siglo de Lucrecio, de Veleyo Patérculo, de Cicerón, de Catón el Uticense, de Cornelio Népote, de Marco Antonio, de Varrón, de Hortensio y de César, el recorrido total de la red de carreteras en Italia alcanzaba a 5.000 km. aproximadamente, es decir a 1 km. de carretera por cada 60 km.^{2} de superficie. Dos siglos después esa proporción se había casi multiplicado por tres, según vimos anteriormente.

A la Vía Apia siguió la Vía Valeria, construída por el Censor Valerio; después la «Aurelia», construída por Cayo Aurelio Cotta; la «Flaminia», construída por Flaminio, vencedor de los Galos y muerto en la batalla del Trasimeno, contra Aníbal.

Las carreteras tomaban el nombre de los constructores o de los lugares donde se dirigían; ejemplo de este último caso eran las Vías Labicana, Tiburtina, Latina, Prenestina, Nomentana, Ostiense, etc. Ejemplos del primer caso eran la Vía Apia, la Emilia, Claudia, Valeria, Casia, Flaminia, etc. La Vía Flaminia atravesaba los Apeninos en un recorrido



Vía Apia

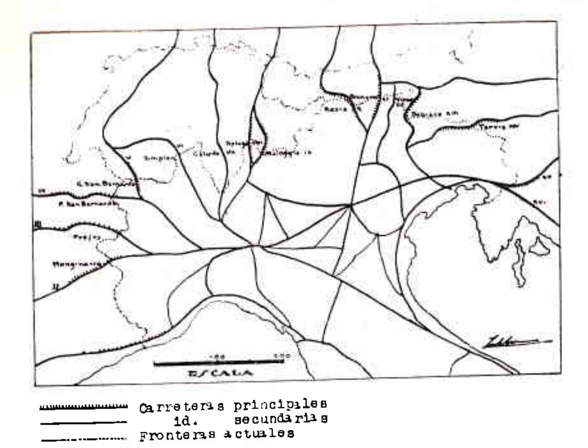
total de más de 400 km. con obras de arte estupendas. Cerca del Metauro, en el versante Este de los Apeninos, se abre una inmensa garganta en que los bloques enormes de granito se levantan como gigantescas murallas altas más de 200 metros y distantes unos treinta pasos en la parte más angosta.

Entre esas gigantescas murallas pasan la Vía Flaminia y un torrente, afluente del Metauro, que mucho más abajo que la carretera precipita con ruido ensordecedor. Sólo los romanos podían hacer pasar una carretera por estos lugares, en parte excavando en la roca viva y en parte haciéndola avanzar sobre muros que, unidos tenazmente a la roca como si formaran parte de ella, caen perpendicularmente hasta el fondo del precipicio.

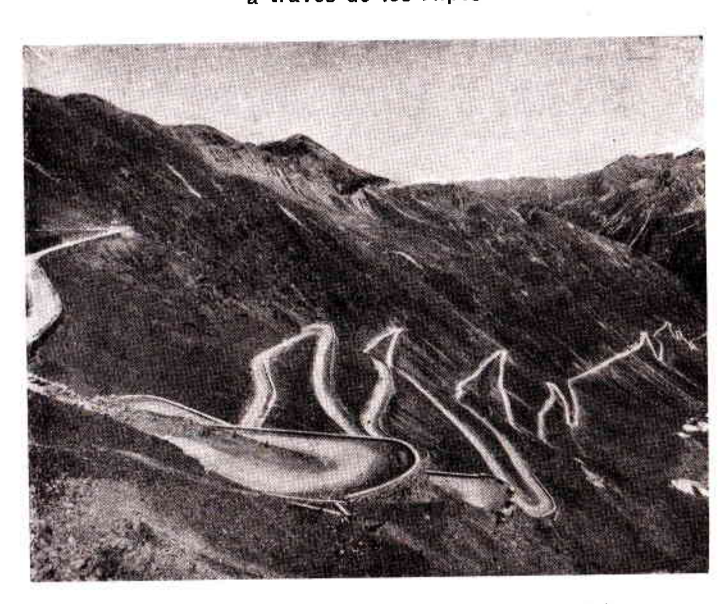
La carretera, las enormes paredes que la flanquean y los muros gigantescos que la sostienen vieron a las legiones de Livio y de Claudio Nerón después de la victoria del Metauro, y recogieron los pocos soldados de Asdrúbal que huían de la muerte.

Después de pasar por un antiguo túnel, excavado mucho antes de la construcción de la carretera por los primitivos pueblos de Italia, la Vía Flaminia sigue entre las gargantas por unos tres kilómetros; después el fragor del torrente disminuye poco a poco hasta transformarse en un murmullo, las grandes murallas de piedra se abren, y ante la vista asombrada del viajero aparecen las verdes colinas, los campos de mieses y los alegres viñedos; la carretera penetra en ellos y los atraviesa hasta llegar a Rímini, en la orilla del Adriático, donde termina la Vía Flaminia y comienza otra: la Vía Emilia.

La Vía Emilia sigue hacia el Nor-Oeste, hasta Placencia, allí se bifurca en la Vía Postumia y la Vía Emilio Scauro; esta última, después de unirse con la Vía Fulvia, tuerce hacia el Sur, sigue el litoral tirreno hasta empalmar con las Vías Cassia y Aurelia. La Vía Postumia se dirigía hacia los Alpes Cárnicos, y los atravesaba con el nombre de Vía Gémina. Quince carreteras atravesaban los Alpes y quien conoce esa cadena de montañas sabe las dificulta-



Esquema del itinerario de las carreteras romanas a través de los Alpes



Tipo de carretera en los Alpes: la carretera del Stelvio

des y los problemas técnicos que presenta la construcción de una vía de comunicación.

Las carreteras romanas eran de dos clases: carreteras principales y secundarias.

Las principales eran caminos militares de un ancho de 12 metros, de los cuales casi 6 metros correspondían a la calzada (exactamente m. 5,80) y el resto a dos banquinas laterales que se llamaban *crepidines*, *umbones* o *márgines*.

El procedimiento usado en la construcción de caminos consistía en excavar hasta la profundidad de un metro o un metro con cincuenta centímetros, según la clase de tierra, apisonar bien el fondo de la excavación, hincando pilotes y estacas si el terreno no era lo suficientemente duro, y colocar sobre este fondo apisonado piedras de m. 0,50 a m. 0,60 de espesor llenando los intersticios con pedregullo. Esta primera capa se llamaba *statumen*.

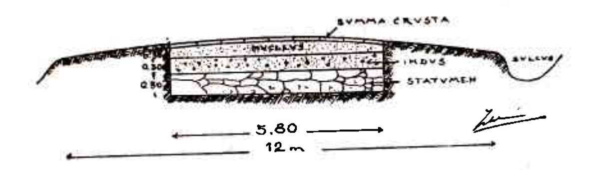
Se colocaba después sobre el statumen una capa de unos 30 cm. de espesor de cascotes de ladrillos, piedra partida, trozos de hierro, etc., empastados con arena, arcilla, cal y puzolana, de modo que se formaba una especie de hormigón; a esta segunda capa se llamaba *indus*.

Sobre el indus se disponía una nueva capa de pedregullo fino, cal, puzolana y arena en un espesor de unos 50 cm. Sobre esta capa, que se llamaba *núcleus*, se pasaba el rodillo y se cubría de una cuarta capa que constituía la cubierta de la carretera. Esta cubierta tenía el nombre de *summa crusta* y estaba formada por grandes baldosas de lava, de mármol, de basalto o de granito, según el material que abundara en el lugar de la construcción.

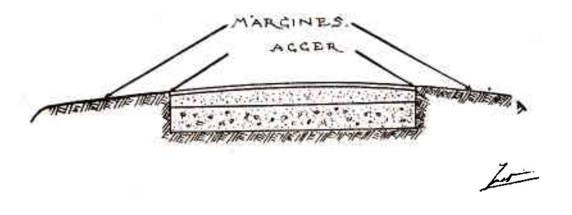
Una carretera hecha de tal modo, «estratificada», se llamaba «Vía Strata»; de allí deriva el italiano «strada», el español «estrada», el alemán «strass» y el inglés «street».

Los caminos de menor importancia se llamaban «actus», «iter», «semite» y «callis»; de esta última palabra deriva el antiguo italiano «calle» y el español «calle».

Estas carreteras secundarias se construían cubrien-



CLAREA SILICE STRATÆ



CLAREA STRATÆ

Secciones transversales de carreteras romanas

do el fondo apisonado con una capa de pedregullo grueso, arena y cal; sobre esta primera capa se disponía una segunda, compuesta por una mezcla de pedregullo fino, arena y puzolana.

Es un argumento socorrido que los trabajos eran hechos antiguamente por los esclavos, lo que permitía la ejecución de grandes obras a un precio muy bajo. Eso no es exacto, porque el costo total de los 150.000 km. de carreteras, descriptas en el «Itinerario de los Antoninos», sumaba unos seis mil millones de pesos de nuestra actual moneda, es decir 40.000 pesos el kilómetro, en media.

Es sabido, además, que cuando una legión se ponía en marcha llevaba consigo las herramientas para construir, tanto o más útiles que las armas, y al acampar no descansaba hasta no haber llevado a cabo las obras necesarias para su seguridad. Las carreteras eran construídas por los operarios y por los soldados, porque el soldado era zapador, carpintero, albañil y pontonero; levantaba murallas y construía caminos y puentes.

Las obras de los legionarios —ciudades, fortificaciones, acueductos, carreteras, puentes y termas—, son famosas. Basta leer la historia, desde las campañas de César hasta las de los últimos emperadores, para quedar sorprendidos por los trabajos de los legionarios. Probo, uno de los campesinos que llegó a emperador, durante el tiempo en que no era más que general para no dejar ociosos sus soldados de las guarniciones de Africa les hacía construir puertos, endigar ríos, desecar pantanos y trazar carreteras. Elegido emperador, desarrolló con mayor actividad y grandeza sus ideas, emprendiendo con las legiones de Panonia —la actual Hungría— el desecamiento de los pantanos de Sirmio, su patria.

Había, pues, en las legiones maestranzas y artesanos de primer orden, y es a esas maestranzas y a esos artesanos, y no a los esclavos, a quienes se deben gran parte de las carreteras construídas.

Y era tanta la importancia que se daba a las vías de comunicación que la construcción y la conservación de las carreteras se confiaban a los cargos supremos. Eran encargados de la conservación los *cuadrúnviros* para las carreteras interiores y los *decémviros* para las exteriores, además de los ediles, censores y curatores.

Y era confiada la construcción a los cónsules y a los censores, durante la república, y a los mismos emperadores durante el imperio.

Más importancia que a las carreteras era dada a los puentes, porque un puente era algo sagrado, y destruir un puente —exceptuando el caso en que lo impusieran necesidades militares— era un sacrilegio.

Recuérdese que César para atravesar el Rhin no utilizó barcazas: construyó un puente «porque eso convenía a la majestad del nombre romano».

El puente era —dijimos— algo sagrado, y la construcción y la conservación de los puentes era confiada a un colegio de sacerdotes, compuesto, desde la fundación de la ciudad hasta la segunda guerra púnica, de seis miembros (incluso el rey en el período de la monarquía); desde la segunda guerra púnica hasta la batalla de Pidna, de nueve miembros; y desde el tiempo de Sila en adelante, de quince miembros: su número, como se ve, era siempre un múltiplo de tres, ya que tres eran las tribus primitivas. A los sacerdotes de ese colegio —a cuyo cargo estaba la construcción y conservación de los puentes,— se les llamaba *pontífices*, nombre que —según Varrón— deriva de «pontem facere». El colegio de pontífices era presidido por los emperadores que asumían el título de Pontifex Máximus, y esta costumbre duró hasta el 375 d. C., año en que habiendo renunciado el emperador Graciano al título antedicho, fué asumido por el jefe supremo de la iglesia.

Durante la época de los reyes, el título de Pontifex Máximus pertenecía al rey, y fué en ese carácter de «pontífice» que Anco Marcio construyó durante su reinado (639-614 a. C.) el primer puente —llamado «puente Sublicio»— sobre el Tiber. Esta obra tenía un fin estratégico y unía la ciudad con un pequeño territorio ocupado en la orilla derecha del río, una cabecera de puente». Este pequeño territorio que se llamaba, y se llama aún, Janículo, fué ocupado —dice Tito Livio— «no por

necesidad de tierras, sino para que no fuera utilizado como dominio o campo atrincherado por los enemigos, y Anco Marcio lo unió a la ciudad no solamente por las murallas, sino, para comodidad del tránsito, con un puente de madera sobre el Tiber, el cual fué el primer puente que se hiciese en Roma».

Fueron, pues, las necesidades militares las que llevaron a construir esa obra, y fueron también las necesidades militares las que obligaron a destruirla cuando los Etruscos de Clusium atacaron Roma. Narra Tito Livio que, mientras tres soldados romanos: Horacio Cóclite, Espurio Larcio y Tito Erminio, resistían la embestida enemiga a la entrada del puente, otros soldados «con hierro, con fuego y con cualquier otra fuerza que pudieran utilizar», lo cortaban para impedir el paso a los atacantes.

El puente de madera había durado aproximadamente un siglo; Emilio Censor lo reconstruyó en piedra, y fué éste el primer puente en piedra que construyeron los romanos.

Análogamente a las carreteras, no fueron los romanos los primeros en construir puentes; hemos dicho en la primera lección que quedan en Egipto los restos de un puente de piedra construído para el transporte de los bloques para la Gran Pirámide; el puente sobre el Eufrates del siglo VII a. C., y, por consiguiente, contemporáneo del puente de madera sobre el Tiber, tenía —según Diodoro Sículo— una longitud de 925 metros; fueron encontrados en Babilonia, al Sur de la muralla de Etemenenaki, los restos de 7 pilas de ladrillos de 21 m. por 9 m. cada una. En Grecia se recuerdan los puentes de Metaxades y de Micenas y el puente sobre el Pamiso; en la misma Italia, los etruscos eran maestros de la construcción de puentes, y aun subsiste el Puente de piedra sobre el Bulicame, cerca de Viterbo, construído por los Etruscos.

De modo que, repetimos, los romanos no fueron los primeros en construir puentes, pero mientras en las otras civilizaciones de los puentes y de las carreteras han quedado sólo restos, los puentes y carreteras romanas sirven de ejemplo a la posteridad después de haber servido a unir los pueblos de cien razas, idiomas, creencias y religiones diferentes en un conjunto homogéneo que sirvió, como sus obras, también de ejemplo a la posteridad.

En la ciudad de Roma unían las dos riberas del Tiber ocho puentes, cuyas construcciones y reconstrucciones exactamente conocidas están dadas por el cuadro de la página 234.

Quedan de estos puentes el Fabricio, el Palatino (o Senatorio) con el nombre de «Puente Roto»; el Cestio, que se llama «de San Bartolomé»; el Elio con el nombre de «Sant' Angelo»; el Emilio, con el de «Ponte Molle»; el Janículo, con el nombre de «Ponte Sisto». Nótese, por ejemplo, el Puente Palatino que duró 15 siglos hasta su reconstrucción, el Fabricio que duró 18 siglos, y el Elio que fué proyectado por Detriano en el 136 d. C. y que aun subsiste como fué construído, aunque adulterado por decoraciones y arreglos posteriores.

Sería sumamente larga la enumeración de los miles de puentes en los lugares más apartados del imperio, sobre precipicios y ríos caudalosos; centenares de estos puentes aun son utilizados y constituyen verdaderos monumentos del genio romano. Se recordará el Puente de St. Chamas, en Francia, el Puente de Augusto sobre el Rubicón (la actual Marecchia), el de Alcántara, de 210 m. de longitud, proyectado y construído —según se ha dicho— por Julio Lacer, etc.

Además de los puentes de mampostería, se construyeron muchísimos puentes militares de madera, los más famosos de los cuales fueron los de Julio César sobre el Rhin, de unos 600 m. de longitud, y el de Trajano sobre el Danubio; éste último se componía de 25 tramos en una longitud total de 1207 metros. Entre la construcción del puente Sublicio y la del Puente de Trajano habían transcurrido nueve siglos; los dos puentes de madera marcan la expansión romana: el primero era el brazo tendido hacia Etruria, el último hacia los Dacios, hacia el Oriente.

PUENTES EN LA CIUDAD DE ROMA

Nombre del puente	*Construído por*	*Año o siglo*	*Reconstruído por*	*Año o siglo*
Sublicio	Anco Marcio	VII a. C.	Emilio Censor	II a. C.
Palatino	{ Escipión { Mumio	142 a. C.	Honorio III	XIII
Emilio o Marmorato	Emilio	109 a. C.	Antonino Pío	II d. C.
Vaticano				
Fabricio		21 a. C.	Inocencio XI	XVIII
Cestio				379 d. C.
Elio	Adriano	II d. C.		
Janículo			Sixto IV	XV



Puente de Alcántara



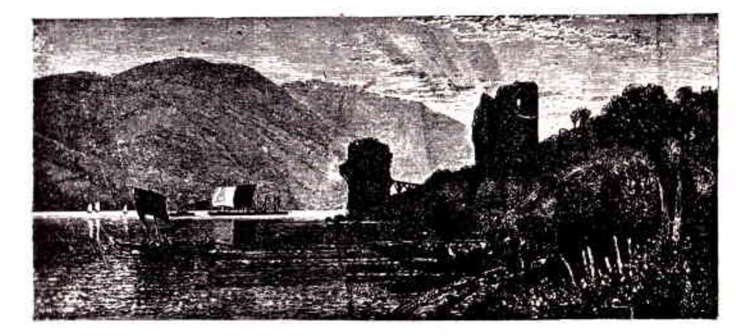
Puente de Augusto sobre el Rubicón



Puente en St. Chamas



Puente Elio



Restos del puente de Trajano en el Danubio

En cuanto al puente de César sobre el Rhin, en la confluencia de este río con el Mosela, precisamente donde la fuerza de las aguas es mayor y donde menos los bárbaros podían suponer o imaginarse que se construiría un puente, traduciremos un trozo de «La Guerra Gálica» en que César —hablando, como siempre, en tercera persona de sí mismo— describe esa construcción.

«...aunque se le presentaran grandísimas dificul-«tades para fabricar un puente, por la anchura, la «velocidad y la altura del río, estimaba, sin em-«bargo, que era necesario tentar de hacerlo; y no «juzgaba que debía pasar a la otra orilla con el «ejército de otro modo. Ordenó entonces la estruc-«tura del puente como sigue: hizo poner dos vi-«gas anchas un pie y medio cada una, aguza-«das en la parte inferior y largas lo que exigía la «altura de las aguas, una separada de otra dos «pies, hincadas ambas con martinetes; no las hin-«có verticalmente, sino en forma de pértigas e in-«clinadas según el curso de las aguas; hizo colo-«car luego otras dos contra las primeras a una dis-«tancia de cuarenta pies, unidas del mismo modo, «colocadas precisamente contra la furia y el cur-«so del río. Entre estos dos pares de vigas, en la «parte superior, había ensamblada otra atravesa-«da, de un espesor de dos pies (que tanto estaban «separadas las vigas de cada par); y esta viga, y «las otras dos entre las cuales pasaba, estaban ata-«das juntas en los cabezales por dos grampas opues-«tas entre sí y combinadas de modo tal que cuan-«to más violenta hubiese sido la furia de las aguas, «tanto más aquéllas se apretaban y se mantenían más «fuertemente entre sí. Se extendían luego a lo lar-«go otras vigas que, sosteniendo un enrejado de «viguetas, formaban el piso del puente. Estaban, «por último, en la parte inferior del río otras vi-«gas inclinadas, unidas a toda la construcción, que «servían como puntales para mantenerla contra la «corriente; y aguas arriba dispuso una gran empa-«lizada, para que si los bárbaros hubiesen arrojado «por el río troncos de árboles o balsas para arrui-«nar la obra, la empalizada pudiera disminuir el «impulso de las cosas arrojadas, y hacer de modo «que no perjudicasen el puente».

«Diez días después que se había comenzado a «llevar en el sitio lo necesario para la obra, ésta «fué completamente terminada y el ejército pasó «por el puente a la otra orilla».

Diez días, pues, duró la construcción en un lugar donde mayor era «la anchura, la velocidad y la altura del río», en regiones bárbaras y enemigas donde el utilaje y los materiales debían transportarse con el ejército.

Doscientos años antes, los soldados de Alejandro habían cruzado los ríos con odres utilizados como salvavidas, según el antiguo sistema asirio; es decir que Alejandro invadió Persia —país civilizado— usando sistemas bárbaros, César invadió un país bárbaro utilizando «medios civilizados».

Si se considera el equipo necesario para un trabajo semejante, las maestranzas expertas que debía haber en el ejército, y el reducido instrumental de que disponían, realmente quedamos asombrados ante la realización de una obra en la cual parece que se hubieran opuestas todas las dificultades.

El instrumental usado por los romanos se componía de la «groma» (escuadra), de la «dioptra», o sea de una especie de teodolito en que el anteojo era substituído por una alidada y el limbo horizontal podía ser colocado también verticalmente; del «chorobates» —o nivel de plomada—, y de la «libra aquaria», o nivel de agua.

Con esos instrumentos fueron replanteados los puentes, los acueductos, los túneles, las ciudades, las termas y las carreteras, cuyo trazado permitió una rapidez de comunicaciones que sólo fué igualada en la época moderna.

Por esta red de carreteras circulaban los mercaderes de Fenicia, de Judea y de Africa; sobre ella había puestos de correos (posta) cada cinco millas, con relevos por medio de los cuales las cartas llegaban a destino en pocos días, ya que la velocidad media de los correos era de 120 a 130 km. diarios.

«Reconstruir íntegramente el plano de la red de «carreteras de una provincia romana —escribe Be-

«lloc en «The Stone Street»— significa comprender «la base física de aquel poder imperial centralizado «al cual se aferró la desesperada voluntad de super«vivencia de Europa».

A lo largo de los 150.000 km. de carreteras la seguridad era absoluta: la policía caminera es una institución de la civilización moderna. Dentro de los 3.500.000 km.[2] que abarcaba el imperio había sólo dos legiones: la II Pártica en Italia y la VII Gémina en España; las otras 31 legiones acampaban en las fronteras formando una especie de muralla humana contra la cual se rompió durante quinientos años el oleaje de las hordas. 300.000 hombres, comprendiendo las tropas auxiliares; éstos eran los efectivos de un imperio de casi setenta millones de habitantes.

La hermosa quimera del bienestar colectivo que todos los pueblos persiguen y que, como la línea del horizonte para el navegante, se aleja a medida que parece acercarse a ella, llegó a ser para Roma una realidad.

Y un historiador judío, Josefo, podía escribir en el siglo I d. C.:

«Un cónsul sin soldados manda en las quinientas ciudades del Asia, y tres mil legionarios bastan para la guarnición de aquellos países tan rebeldes a toda autoridad: el Ponto, la Cólquides y el Bósforo. Cuarenta navíos han llevado la seguridad a los inhospitalarios mares del Euxino, y la Bitinia, Capadocia, Panfilia y Cilicia pagan tributo sin necesidad de fuerza armada que los obligue a ello. En la Tracia dos mil hombres, en Dalmacia, España y Africa una legión; en la Galia mil doscientos soldados, tantos como ciudades tiene. Hé aquí las fuerzas que aseguran el orden en estas vastas y poderosas regiones. Sólo Dios ha podido levantar el pueblo romano a semejante grado de poder y felicidad. Una rebelión contra él sería una rebelión contra Dios».

Y esas fuerzas exiguas —menos del 5 por mil de la población— fuerzas insignificantes si se compara su número no sólo con los ejércitos actuales, sino con las que se necesitan para mantener el orden interno en las naciones civilizadas de nuestro siglo, eran suficientes para detener en las fronteras a las innumerables masas enemigas, desde Caledonia hasta el Mar Caspio, y desde Tánger a la Mesopotamia, porque las carreteras y las obras de arte estaban tan estratégicamente dispuestas y tan perfectamente construídas que el movimiento de aquellas fuerzas se efectuaba con una rapidez asombrosa. Recuérdese al respecto el famoso «Veni, vidi, vici» para tener una idea de la forma expeditiva con que se resolvían los problemas del transporte.

Hemos hecho esa digresión porque dijimos al principio que «ingeniero» era el que construía «ingenios», o sea máquinas de guerra; y, si se nos permite la expresión, eran las carreteras y los puentes romanos «máquinas de guerra» y, al mismo tiempo, máquinas de paz, porque a través de ellas y al amparo de las fuerzas que defendían las fronteras, los pueblos trabajaban, producían, comerciaban; el bienestar común hacía de modo que a nadie se le ocurría rebelarse a un poder que había transformado a quienes vivían en contínuas guerras y rencillas en pueblos felices y prósperos.

«¿Si los romanos desaparecieran de la tierra —dice Tácito— que vendría después sino la guerra universal entre las naciones?» La historia se encargó de demostrar que Tácito fué buen profeta.

Desde la desaparición de los romanos hasta mediados del siglo XVIII no se utilizó ningún procedimiento para medir vastas extensiones de territorio.

Durante la Edad Media y la Edad Moderna no hubo un sólo jefe de estado que se preocupara de saber cuánto abarcaban las tierras que estaban bajo su dominio. Y, sin embargo, hace más de veinte siglos, el Senado de Roma dispuso la medición del imperio.

Es sabido que no fué Roma el primer estado en que se efectuó el catastro; los anales chinos refieren que el emperador Shin Mung —el «divino labrador»— quien subió al trono 3218 años a. C., «midió la Tierra y encontró que la Tierra medía 900.000 li de Este a Oeste y 850.000 li de Norte a Sur». Treinta siglos antes de Cristo, durante la primera

dinastía de Ur, se hizo el Catastro en Caldea; y en el siglo II a. C. se midió la tierra de Egipto y a raíz de esa medición Erastóstenes conoció la distancia exacta de Siene a Alejandría, lo que le sirvió de base para calcular la longitud del meridiano que pasa por ambas ciudades y, por consiguiente, el radio de la Tierra.

Se conoce también la triangulación de Hiparco y se sabe que los métodos egipcios permitían —ya desde la construcción de la Gran Pirámide— obtener una aproximación extraordinaria. La longitud de los lados de la Gran Pirámide, por ejemplo, tienen un error de 13 mm., es decir un error menor de 1/14.000, y la aproximación de la medida de los ángulos es hasta 12", es decir que el error es menor de 1/27.000.

Si los Romanos no fueron los primeros en medir grandes extensiones, nadie lo hizo con tanto cuidado como ellos, y, como la medición fué previa al censo, en ninguna parte el resultado final fué más inesperado.

En el año 44 a. C., antes de la muerte de César, fué organizado todo el personal que debía desempeñar tan grande tarea; ésta, bajo la supervisión de Marco Vipsanio Agripa, fué dividida en tres secciones: Oriente, Septentrión y Mediodía.

«Empezó la medición del mundo —dice el Cos«mógrafo Etico— en tiempos del consulado de Ju«lio César y Marco Antonio. Desde este consula«do, hasta el de Octavio y Craso, en el espacio de «14 años, 5 meses y 9 días, Zenodoxio midió todo «el Oriente. Desde el mismo consulado de Julio «César y Marco Antonio hasta el décimo consula«do de Octavio, Teodoto midió todo el Septentrión «en 20 años, 8 meses y 10 días. Del mismo modo, «desde el consulado de César hasta el de Saturnino «y Cinna, la parte del Mediodía fué medida por «Políclito en 25 años, 1 mes y 10 días, y se presentó «al Senado una Memoria de todo lo que contiene».

La muerte de César, la batalla de Filipos, el segundo triunvirato, la guerra entre Antonio y Octavio y el aspecto del mundo que cambiaba no distrajeron a los mensores: su incumbencia era medir.

En el año 19 a. C. terminó el trabajo; para completarlo, Augusto ordenó el primer censo y quince años después el segundo censo, a raíz del cual María y José se dirigieron a Jerusalen y cerca de allí nació el nuevo Dios, el cual fué legalmente censado, porque —dice Dante en «De Monarchia»— «quiso nacer bajo el edicto de la autoridad roma«na para que en aquel censo fuese inscripto el «hijo de Dios hecho hombre.».

Y mientras en Oriente nacía una nueva religión, Roma desarrollaba su formidable red de caminos, porque en Oriente se miraba al cielo y los Romanos miraban hacia la tierra; en Oriente se guiaban por las estrellas, los Romanos se guiaban por las piedras miliares de las carreteras.

Ese pueblo de gigantes no quiso alejarse nunca de la Madre Tierra, al contrario, abrazó la Madre Tierra con una red de carreteras y el titánico abrazo ha sido tan fuerte que la Madre Tierra aun conserva las señales.

☆

X

La mecánica, la navegación y los puertos Canales y túneles romanos

«Los filósofos se preocupan desde hace mucho « tiempo en buscar el modo de vivir en paz; sin « embargo basta una pequeña especialidad de la « mecánica, me refiero a la balística aplicada, para « dar el medio de vivir en paz a cualquiera».

Esta observación es de Herón de Alejandría, y podría ser una respuesta a la opinión de los filósofos que, como Platón y Aristóteles, consideraban a la mecánica y a los obreros mecánicos como algo inferior y despreciable.

Empero, la mecánica o «ars Syracosia», que —según dijimos— había nacido en la Italia Meridional y a ella había vuelto desde el Egipto, encontró entre los Romanos, ni platónicos ni aristotélicos, un gran campo de aplicación. La mecánica moderna nos hace olvidar el nivel al cual había llegado entre los romanos esta rama de la ciencia aplicada. Generalmente el hombre mira los resultados y no se preocupa de los medios que se han empleado para obtenerlos.

Debemos imaginarnos, por ejemplo, los andamiajes, los aparejos, los tornos y todas las combinaciones de mecanismos para el transporte horizontal y vertical de materiales necesarios no sólo para la construcción de las grandes obras que «desafiando el tiempo y el cielo» aun se yerguen imponentes ante nuestra vista, sino para la de las obras provisorias que fueron desmontadas y des-

truídas cuando no eran más necesarias. Uno de los ejemplos de estas últimas son las torres móviles.

Se recordará que los Adváticos fueron sitiados por Julio César por medio de grandes torres móviles las que, construídas a gran distancia, avanzaban después hacia la ciudad sitiada. Al rendirse, dijeron los Adváticos que «les parecía que los Romanos no hiciesen guerra sin el favor de los dioses, ya que podían con tanta rapidez mover máquinas tan grandes».

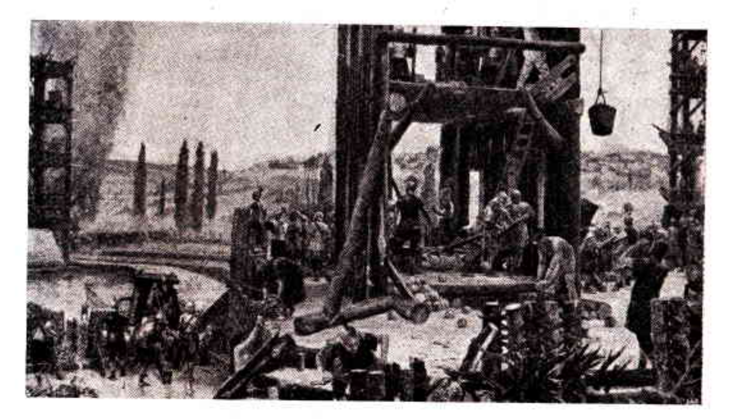
Y se recordará que 37 km. de atrincheramientos con 21 torres fueron construídos por César en el sitio de Alesia en cinco semanas.

César había dispuesto la fundación de una Biblioteca pública en Roma, encargando la dirección de la misma a Marco Terencio Varrón, de quien ya hemos hablado al referirnos a su teoría sobre los microorganismos. Varrón vivía retirado en su villa de Túsculum, en una tranquilidad que Cicerón citaba como ejemplo de la verdadera vida del sabio, y en esa tranquilidad campestre ideó «un mecanismo muy ingenioso, el cual, por medio de una serie de ruedecillas dentadas, movía un índice que marcaba las horas sobre un cuadrante».

Si hubiese utilizado dos índices en lugar de uno, no habría diferencia con nuestros actuales relojes, los que tendrían una antigüedad de 21 siglos.

No sabemos cuál era el motor que imprimía el movimiento a las ruedecillas, pero sabemos que para el impulso de las grandes máquinas se utilizaba la tensión de un resorte formado por un mazo de fibras animales retorcidas, provistas de un dispositivo de corrección para las variaciones higrométricas ideado por Filón de Bisancio.

Entre la máquina diminuta que «con una serie de ruedecillas marcaba las horas» y el onagro que con una tensión inicial de 60.000 kg. lanzaba masas de cuatrocientos kilogramos a una distancia de 370 metros, están todas las combinaciones de máquinas simples utilizadas en las grandes construcciones cuya solidez es sólo comparable con el tiempo mínimo en que eran efectuadas.



Las torres en el sitio de Alesia. (De un cuadro de La Motte)

X

La mecánica, la navegación y los puertos
Canales y túneles romanos

«Los filósofos se preocupan desde hace mucho « tiempo en buscar el modo de vivir en paz; sin « embargo basta una pequeña especialidad de la « mecánica, me refiero a la balística aplicada, para « dar el medio de vivir en paz a cualquiera».

Esta observación es de Herón de Alejandría, y podría ser una respuesta a la opinión de los filósofos que, como Platón y Aristóteles, consideraban a la mecánica y a los obreros mecánicos como algo inferior y despreciable.

Empero, la mecánica o «ars Syracosia», que —según dijimos— había nacido en la Italia Meridional y a ella había vuelto desde el Egipto, encontró entre los Romanos, ni platónicos ni aristotélicos, un gran campo de aplicación. La mecánica moderna nos hace olvidar el nivel al cual había llegado entre los romanos esta rama de la ciencia aplicada. Generalmente el hombre mira los resultados y no se preocupa de los medios que se han empleado para obtenerlos.

Debemos imaginarnos, por ejemplo, los andamiajes, los aparejos, los tornos y todas las combinaciones de mecanismos para el transporte horizontal y vertical de materiales necesarios no sólo para la construcción de las grandes obras que «desafiando el tiempo y el cielo» aun se yerguen imponentes ante nuestra vista, sino para la de las obras provisorias que fueron desmontadas y des-

truídas cuando no eran más necesarias. Uno de los ejemplos de estas últimas son las torres móviles.

Se recordará que los Adváticos fueron sitiados por Julio César por medio de grandes torres móviles las que, construídas a gran distancia, avanzaban después hacia la ciudad sitiada. Al rendirse, dijeron los Adváticos que «les parecía que los Romanos no hiciesen guerra sin el favor de los dioses, ya que podían con tanta rapidez mover máquinas tan grandes».

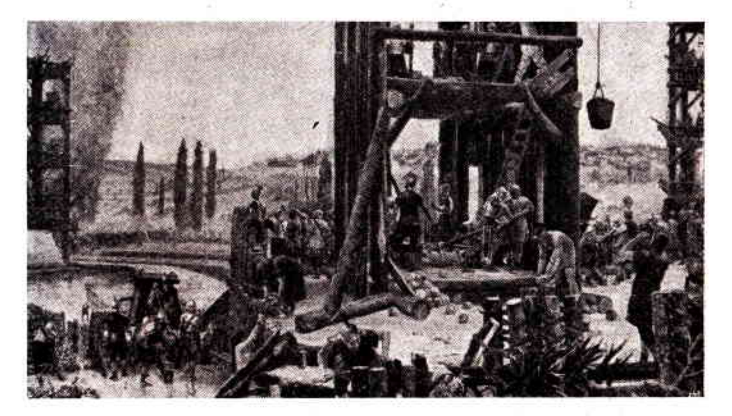
Y se recordará que 37 km. de atrincheramientos con 21 torres fueron construídos por César en el sitio de Alesia en cinco semanas.

César había dispuesto la fundación de una Biblioteca pública en Roma, encargando la dirección de la misma a Marco Terencio Varrón, de quien ya hemos hablado al referirnos a su teoría sobre los microorganismos. Varrón vivía retirado en su villa de Túsculum, en una tranquilidad que Cicerón citaba como ejemplo de la verdadera vida del sabio, y en esa tranquilidad campestre ideó «un mecanismo muy ingenioso, el cual, por medio de una serie de ruedecillas dentadas, movía un índice que marcaba las horas sobre un cuadrante».

Si hubiese utilizado dos índices en lugar de uno, no habría diferencia con nuestros actuales relojes, los que tendrían una antigüedad de 21 siglos.

No sabemos cuál era el motor que imprimía el movimiento a las ruedecillas, pero sabemos que para el impulso de las grandes máquinas se utilizaba la tensión de un resorte formado por un mazo de fibras animales retorcidas, provistas de un dispositivo de corrección para las variaciones higrométricas ideado por Filón de Bisancio.

Entre la máquina diminuta que «con una serie de ruedecillas marcaba las horas» y el onagro que con una tensión inicial de 60.000 kg. lanzaba masas de cuatrocientos kilogramos a una distancia de 370 metros, están todas las combinaciones de máquinas simples utilizadas en las grandes construcciones cuya solidez es sólo comparable con el tiempo mínimo en que eran efectuadas.



Las torres en el sitio de Alesia. (De un cuadro de La Motte)

Menos poderosa que el onagro, pero más rápida en el tiro, era una ballesta a repetición —una especie de ametralladora— cuya tensión inicial era de 12.000 kg. Esta máquina, cuyo primer tipo se debe a los chinos, fué perfeccionada por Dionisio de Alejandría quien le dió el nombre griego de «polybolon».

El polybolon no es un invento romano, y menos lo es el onagro; ya hemos hablado de la destrucción de la flota cartaginesa de Imilcón en el 397 a. C. gracias a las grandes máquinas inventadas por Arquitas y Zopiro —ambos de Tarento— y que Dionisio de Siracusa utilizó contra los barcos enemigos. Y las grandes máquinas de Arquitas y Zopiro eran los onagros, que constituían una verdadera artillería; tanto que Schneider dice que, «en el año 1596 « un grupo de hombres serios y cultos deliberaron « sobre la conveniencia de abandonar completamen« te las armas que disparaban con pólvora y subs« tituírlas con las máquinas de torsión, según las « indicaciones de los autores antiguos. Las pruebas « hechas en nuestros tiempos con las reconstruccio« nes de máquinas antiguas realizadas por Schramm « demostraron cumplidamente que los disparos de « las máquinas de torsión eran más potentes que « las de las armas de fuego del año 1600».

Schramm era un teniente general alemán quien reprodujo los modelos de las diez antiguas máquinas de guerra; al referirse al onagro, Schramm observa:

«Esta potente máquina que estuvo siempre oscilando entre los grandes y pequeños calibres, da a comprender desde el primer momento la fuerza extraordinaria de las antiguas máquinas de guerra».

El mazo de fibras animales en el onagro era puesto en tensión «como la cuerda torcida con que se tienden las sierras de carpintero, y la clavija de madera que sujeta el mazo en la cabeza de la traviesa estaba substituída en el onagro por una potente palanca». Un extremo de esta palanca se movía alrededor de un eje y el otro extremo, donde se colocaba el proyectil, era móvil, la palanca giraba en un plano vertical entre dos vigas y era detenida bruscamente por una tercera viga horizontal: esa detensión brusca provocaba el lanzamiento del proyectil. Para poner la máquina nuevamente en tensión era necesario volver la palanca a su posición anterior, lo cual se conseguía —dado que la tensión era muy grande— por una combinación de poleas y tornos.

Estas máquinas —repetimos— ya habían sido aplicadas anteriormente y no fueron inventos romanos, pero nadie mejor que los romanos las utilizó, sea para proteger los desembarcos que para atacar las ciudades sitiadas. En el museo de Aloi en Túnez hay una cantidad de proyectiles de onagros encontrados en el lugar donde antiguamente era Cartago; y en el sitio de Siracusa, especie de «guerra mecanizada», —guerra de Titanes donde los adversarios eran Arquímedes «el genio de Siracusa» y Marcelo «la espada de Roma» —a las máquinas de Arquímedes, Marcelo respondió con la «sambuca», enorme mecanismo de lanzamiento montado sobre ocho navíos sólidamente unidos.

Debemos notar, de paso, que el arte naval y la mecánica naval sufrieron, como el resto de la cultura, una interrupción de mil quinientos años, y que solamente en el siglo pasado se llegó a las dimensiones de los navíos romanos. No había ingeniero naval anterior al siglo XIX que hubiera considerado posible proyectar buques de más de 50 metros de eslora; sin embargo, las galeras romanas extraídas del Lago de Nemi tenían una 67 metros de largo y otra 71 metros, ninguno de los navíos que tomaron parte en la batalla de Trafalgar, última gran batalla en que intervinieron buques de madera, era igual a la menor de las dos galeras del Lago de Nemi.

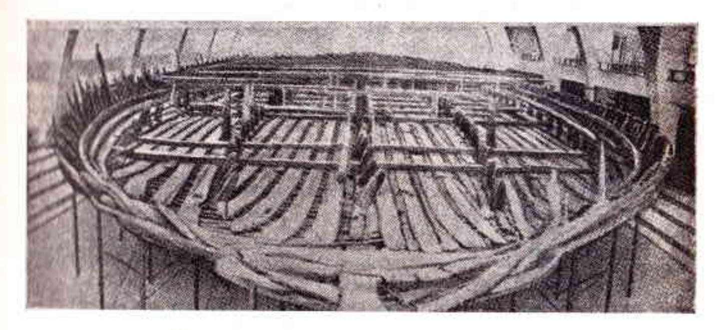
Y en lo que se refiere a la maniobra, nuestros barcos a motor tienen más semejanza con las antiguas galeras que con los barcos veleros usados hasta hace relativamente pocos años, porque en éstos últimos influía decisivamente el viento en la maniobra, mientras en aquéllos depende del motor, humano o mecánico.

A pesar de nuestros adelantos, no se conoce el procedimiento usado para manejar remos de hasta 15 metros de largo, como sucedía, por ejemplo, en las quinquirremes. Para manejar tales remos era necesario que el remero tuviese un desplazamiento suficientemente grande, desplazamiento que debía ser sincrónico con el de los otros remeros de los bancos inferiores, a pesar de ser mucho mayor. Y cuando se lee la descripción de la «veinterreme» de Gerón de Siracusa en Polibio y en Diodoro, y la descripción de la «cuarentarreme» de Tolomeo que hace Actieneos, resulta un poco difícil comprender como una fila vertical de muchos remos, de diferente longitud y peso, de diferente brazo de palanca, pudieran ser movidos al unísono de los golpes del «hortator».

Los barcos mencionados eran, naturalmente, excepcionales, pero el problema subsiste en las trirremes y en las quinquirremes, que eran de los barcos grandes los más comunes.

Deseando disipar todas las dudas que reinan en los relatos de los historiadores con respecto a las verdaderas disposiciones de los buques antiguos, Napoleón III hizo construir en 1861 por Dupuy de Lome un trirreme romano, curioso monumento que ha dado más nociones útiles sobre las construcciones de los antiguos que las más eruditas memorias, —pero en el cual trirreme, ignórandose de qué manera estaban colocados los remos en las antiguas galeras, el constructor tuvo que idear un sistema propio.

Dicho sistema es relatado por Mr. Jal, historiógrafo y archivero de la marina francesa en aquel tiempo, de esta forma: «El trirreme tiene m. 2,18 « de altura desde el puente a la quilla. En esta al- « tura está comprendido un entrepuente o piso, ele- « vado encima de la sentina o cala. Este entrepuente « (hipostroma) tiene cerca de m. 1,30 de elevación. « En toda la longitud del buque y en ambos costa- « dos están colocados unos asientos para los reme- « ros del primer rango, o sea el inferior. Este ran- « go tiene portas de boga («trima», «trirrema», «tro- « gle»), los agujeros por donde pasan y en los cuales « funcionan los remos, abiertos en los costados del



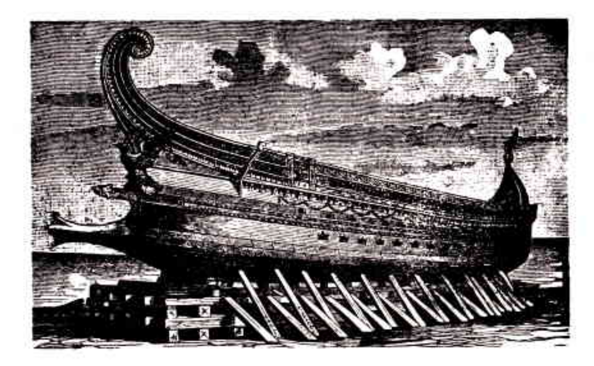
Restos de la mayor de las galeras del Lago de Nemi

« buque a muy poca distancia del agua. El segundo y « el tercer rango de remeros, que los antiguos llama« ban los «zigitas» y los «tramitas», —los remeros del « rango inferior, de que acabo de hablar, se llama« ban «talamitas»,— están sentados en unas banque« tas fijadas al puente, encima de las cabezas de los « remeros del entrepuente. Los asientos de los re« meros del segundo rango no tienen más que m. 0,16 « de altura, pero los de los remeros del primer rango « tienen mucho más. Los remeros zigitas maniobran « unos remos que salen por las portas o troneras « abiertas más arriba del puente; los tramitas ma« nejan unos palos de birar, especie de remos más « largos y más pesados que todos los demás y que « pasan por unas portas abiertas en los costados del « buque, a unos m. 0,70 sobre el puente».

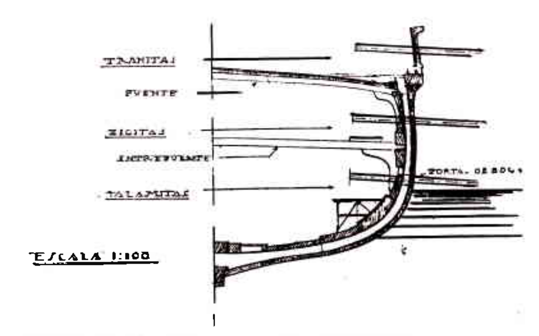
El trirreme era siete veces más largo que ancho, relación que corresponde a la de los modernos cruceros, su longitud era de m. 39,25 y su ancho de m. 5,50, lo cual le daba una forma graciosa y esbelta. Debajo de la galería que giraba alrededor del puente estaban las aberturas destinadas a dejar pasar el primer rango de remos, los cuales formaban entre todos tres rangos superpuestos: el primero se componía de 42 remos colocados simétricamente en ambos lados del trirreme; el segundo y tercer rango tenían 44 cada uno, lo cual hace un total de 130 remos. La longitud de éstos era de m. 7,80 para el tercer rango, o sea el superior; m. 5,50 para el segundo, y m. 4,50 para el primero, o sea el más próximo al agua. Para poder manejar con más facilidad unos remos tan largos, se habían equilibrado en sus extremidades por medio de masas de plomo.

Este modelo construído por Dupuy de Lome era algo menor que las trirremes romanas, las que tenían —en media— una longitud de 45 metros, un ancho de 6 metros y una altura de 4 metros con un calado de 2 metros. Desplazaban unas 250 toneladas y eran movidas por 180 remos que, de acuerdo con la fórmula de Hirk y con los relatos de los antiguos historiadores, imprimían una velocidad de cinco a seis millas por hora.

Los trirremes eran, naturalmente, menores que las



Trirreme romana construída por Dupuy de Lome en 1861



CORTE TRANSVERSAL DE VNA TRIRREME

quinquirremes y que las galeras del Lago de Nemi, y su velocidad era superada por las de los barcos exploradores (scaphae exploratoriae) y por la de los ágiles y escurridizos barcos cartagineses.

Fué para anular la velocidad de los barcos cartagineses, dueños del mar en la decadencia de Siracusa, que el genio de M. Ovidio inventó la máquina que torció el curso de los acontecimientos. Polibio relata en sus «Historias» (I-20-23) el invento y su aplicación de la siguiente manera:

«Estas máquinas, llamadas «corvi», estaban hechas « así: sobre la proa del buque se fijaba una sólida « antena redonda, de una altura de 24 pies y de « un diámetro de 3 pies; a ella estaba aplicado una « especie de puente de madera de 4 pies de ancho « y 36 de largo. Este puente, giratorio alrededor de « la antena, tenía un parapeto a ambos lados; a su « extremidad se había fijado una especie de pisón « de hierro, provisto en la parte inferior de una « punta y en la parte superior de un anillo; de este « anillo partía una cuerda que, maniobrada por me- « dio de poleas fijas a la antena, permitía cuando « se acercaba un buque enemigo de levantar el puen- « te para dejarlo caer rápidamente sobre la cubier- « ta del buque enemigo, sea de la parte de proa, « sea de costado.

«Cuando el «corvo», hundido el diente en las vi- « gas de la cubierta del navío adversario había li- « gado los dos buques, si éstos eran unidos por los « flancos los Romanos irrumpían de todos lados so- « bre el barco cartaginés, si eran unidos por la proa « bajaban de a dos pasando sobre el puente del « corvo.

«Apenas los Cartagineses vieron avanzar los bu- « ques romanos, se acercaron para hacerles frente « alegremente, mofándose de su inexperiencia y na- « vegando hacia los enemigos con las proas descu- « biertas, como si el peligro que les amenazaba no « era tal que hiciese necesario el desplegamiento. « Cuando estuvieron cerca, viendo los «Corvi» le- « vantados en la proa de cada buque, quedaron algo « perplejos, estupefactos de tales máquinas extrañas. « Sin embargo, en su desprecio por los enemigos, « los navíos que precedieron a los otros atacaron a

« los navíos romanos, pero rápidamente los buques « cartagineses, apresados por los «corvi» fueron in- « vadidos por los Romanos.

«Los cartagineses, terrorizados por lo que acon- « tecía, en parte fueron muertos y en parte fueron « hechos prisioneros... Así perdieron treinta bu- « ques de ellos con relativa tripulación, y entre « otros también el del almirante en jefe quien, sin « embargo, pudo huir en un bote. El resto de los « buques cartagineses que se adelantaron para re- « forzar a los primeros, apenas se apercibieron de « lo que había acontecido a los otros, se replega- « ron sustrayéndose al ataque de los «corvi». Inten- « taron, sin embargo, de perjudicar a la flota roma- « na, maniobrando alrededor de ella, pero rodeados « por los navíos romanos que los amenazaban con « los «corvi» tuvieron que batir en retirada, asom- « brados y terrorizados por la novedad de las má- « quinas».

La descripción precedente corresponde a la batalla de Milae en la que tomaron parte 120 buques romanos, de los cuales 100 quinquirremes y 20 trirremes. Calcúlese los mecanismos que debían ser necesarios, no sólo para la maniobra, sino para la construcción de la flota en los astilleros, e imagínese la actividad febril de éstos al pensar que los 120 buques, que al mando de Cayo Duilio tomaron parte en la citada batalla de Milae, fueron construídos en dos meses.

Se recordará que en la batalla de Ecnomo —posterior a la de Milae— intervinieron 330 buques romanos con 140.000 hombres, mandados por Lucio Manlio Vulsio y Marco Atilio Régulo, contra 350 buques cartagineses, mandados por Amilcar y Hannon y tripulados por 150.000 hombres; en media casi 450 hombres por barco. El mundo no asistió nunca a un «espectáculo» semejante: 680 navíos y 290.000 hombres disputándose el dominio del mar. Y el dominio del mar correspondió a quien armó sus barcos con máquinas semejantes a puentes móviles que caían sobre las naves enemigas como gigantescas manos de hierro —«ferreae manus».

Muchas veces a través de los siglos la ingeniería ha contribuído con sus máquinas, sus «ingenios», a

torcer el curso de la historia, pero solamente los romanos utilizaron las máquinas en forma tal que el adversario no pudiera anular el invento o responder con otros inventos iguales o semejantes.

En la guerra contra los Vénedos de la Galia, el problema se presentó en sentido inverso, «Los barcos de los Vénedos —dice César— tenían sus quillas un poco más planas que los nuestros, para poder surcar más fácilmente aquellos mares bajos y resistir a los golpes del oleaje; las proas eran muy altas y las popas estaban de acuerdo a la magnitud de las olas y de las borrascas: eran de encina, aptos para soportar cualquier choque o golpe. Los bancos de los remeros eran vigas de la altura de un pie, clavadas con clavos del grosor de un dedo pulgar: las anclas estaban unidas con cadenas de hierro y no con cuerdas de cáñamo, y las velas eran de cuero muy bien curtido, o porque careciesen de lino y no supiesen usarlo, o (como parece más verosímil) porque juzgaban que las velas (de lino) no pudiesen soportar las grandes tempestades del Océano y la furia de los vientos, ni ser adecuadas para tan pesados navíos».

Descripto así el tipo de barco de los Vénedos, César demuestra que la pequeñez, el mayor calado y la dificultad de usar el espolón por la solidez de los navíos adversarios, hacían de modo que su flota se encontrara en enorme desventaja. Pero, agrega, «una sola cosa de las preparadas por nosotros nos ayudó mucho, y ésta consistía en una serie de hoces sumamente afiladas y agudas puestas sobre barras muy largas; porque enganchándose estas hoces con las cuerdas que sostenían los mástiles enemigos y tirándolas mientras nuestros barcos se alejaban rápidamente a fuerza de remos, dichas cuerdas se rompían y los mástiles se derrumbaban; y, como la esperanza de los barcos de los galos estaba en sus velas y en los otros aparejos marítimos, quitándoles estas cosas se les quitaba el uso de los barcos».

Hemos descripto dos máquinas diferentes, los «corvi» y las hoces, uno contra los barcos veloces y más pequeños y otros contra los barcos grandes

y pesados, porque ambos demuestran que el «ingenio» puede triunfar contra las dificultades aunque éstas se presenten en forma completamente distintas; y hemos insistido en los «ingenios» porque de éstos dependía la tranquilidad de los buques mercantes y el mantenimiento de la paz.

Cuatrocientos ochenta y cinco años duró la paz en el mar, desde la batalla de Actium en el año 30 a. C. hasta que, al final del imperio, en el 455 d. C. los Vándalos de Genserico pudieron desembarcar en las costas de Italia, llamados por la emperatriz, viuda de Valentiniano III.

Cuatrocientos ochenta y cinco años de paz durante los cuales pudieron surcar tranquilamente las olas los barcos mercantes o «naves onerarias». Las naves onerarias eran a vela y, naturalmente, más pesadas y menos veloces que los barcos de guerra, puesto que su longitud, en lugar de siete veces el ancho, era de sólo tres o cuatro veces el ancho, con un desplazamiento de hasta dos y tres mil toneladas. Se dividían en naves para el transporte de animales, de mercaderías y de pasajeros. Josefo, el historiador judío, relata su viaje a Italia en un barco que transportaba 600 pasajeros.

Luciano, que escribía en el siglo II a. C., al hablar de una nave oneraria de su tiempo, dice: «El maestro carpintero me explicó que es larga 120 codos (53 metros) y ancha 30 codos (13 metros), y que la profundidad de la cubierta a la sentina es de 29 codos (m. 12,58)».

Y, después de haber descripto el conjunto, Luciano termina diciendo: «Los adornos, las pinturas, las velas color de llama viva, las anclas, los árganos, los aparejos, las cámaras de popa, todo me pareció admirable. Y pensar que es un viejo hombrecillo el que gobierna todos estos mecanismos y que con una simple palanca hace girar estos enormes timones!».

Durante cuatrocientos ochenta y cinco años de paz las naves onerarias llevaron a los puertos de Italia todos los productos del mundo conocido, y de Italia salía el oro para el pago de los productos. «Desde el imperio —dice Plinio el Antiguo— aun

de acuerdo con un cálculo aproximado, enviamos a la India anualmente cien millones de sextercios».

De la India la vía marítima se prolongó hasta China donde llegó en el año 166 d. C. una embajada romana enviada por Antonio Pio; los anales chinos relatan la imponente acogida que se le tributó a la embajada, la que inició el comercio entre los dos imperios por vía marítima estableciendo una línea de navegación servida por barcos romanos. Hasta la fecha antedicha el comercio se verificaba por vía terrestre, pero los pueblos de la Bucaria —al este del Mar Caspio— interesados en mantener ellos las relaciones comerciales con los romanos y servir de intermediarios, impedían el tránsito de los mercaderes chinos. Por eso —para evitar intermediarios— Roma estableció, de acuerdo con China, la línea de navegación; tuvieron que pasar mil cien años para que otro europeo —Marco Polo— hiciera de regreso el mismo viaje de la embajada romana.

Del mismo modo que «todos los caminos llevaban a Roma», todos los productos del mundo llegaban a Roma; Anco Marcio en el siglo VII a. C. había fundado la ciudad de Ostia, la que llegó a tener unos cien mil habitantes. Desde el puerto de Ostia —ampliado por Claudio, y después por Trajano y Adriano— los barcos pequeños subían el Tiber hasta los «horrea» (silos), a ambos lados del río aguas abajo del puente de Probo. Allí, en la misma ciudad de Roma, fué construído en el 242 a. C. por los cónsules Emilio Lépido y Lucio Emilio, el puerto fluvial, el «Emporium», para los barcos que transportaban trigo y otros productos alimenticios.

En el 123 a. C. Cayo Graco hizo levantar cerca del Emporium los «Horreae publicae», o grandes silos, porque por la Ley Graca el Estado distribuía el trigo a precio reducido. Cerca de los silos y almacenes fueron construídos los Pórticos «Minutii Vétere» y los «Frumetaria» para la distribución del trigo; posteriormente la distribución fué gratuita para la gente pobre, a la que se le entregaba un carnet con la fecha en que el tenedor del carnet debía presentarse en los pórticos para recibir el trigo.

Trajano construyó el puerto de Civitavecchia —que debía ser mil trescientos años después modificado por Miguel Angel— y mejoró el puerto de Ancona; pero, entre los innumerables puertos del imperio, el puerto típico, el puerto por antonomasia quedó el de Ostia, cuyas grandes escolleras, que terminaban frente al faro de entrada, encerraban el antepuerto y el gran puerto exagonal, rodeado por los almacenes y los depósitos.

El puerto verdaderamente dicho —proyectado por Claudio y situado sobre un brazo del Tiber a unos 5 km. de la antigua Ostia— era un exágono de unos mil ochocientos metros de perímetro, de modo que su área ascendía a unos 250.000 m.². El área total —con antepuerto, canales de acceso, etc. —puede calcularse alrededor de 800.000 m.² con cerca de 6.000 metros de muros de atraque. Un canal de 50 metros de ancho comunicaba el puerto con un brazo canalizado del Tiber, y, por consiguiente, con el mismo Tiber. El puerto estaba profundizado a 10 metros en toda su extensión; el faro de entrada, situado en una isla entre las puntas de las dos escolleras, era constituído por una colosal estatua de Neptuno.

Rodeaban los muros de atraque los silos y depósitos, los edificios de las sedes de las Corporaciones, de las Sociedades de navegación, de las Agencias y de las empresas comerciales. Parecería que estuviéramos describiendo un puerto actual, sin embargo es un puerto de hace casi dos mil años.

Los maestros carpinteros de ribera, los herreros, los calafates, etc. dependían del «Tribunus armatorum» y del «Tribunus Fabbricarum», y ambos Tribunos dependían, a su vez, del «Architectus Porti» —o Ingeniero del Puerto— que era la autoridad suprema de los astilleros.

Durante la época imperial se establecieron en Cartagena, Utica, Brindisis, Puzoles y Siracusa otros astilleros que dependían de los de Ostia.

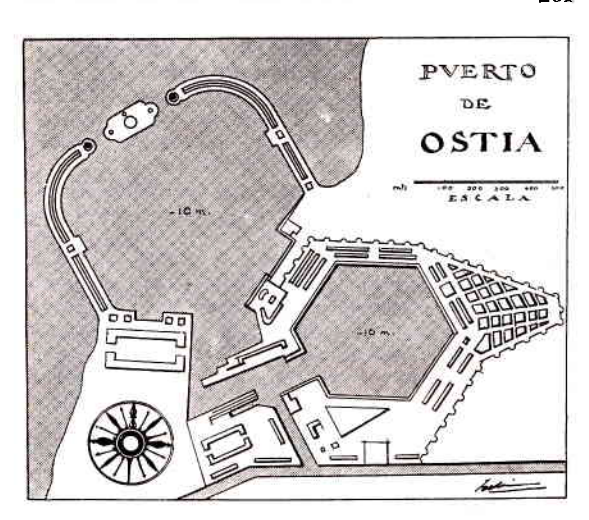
Después del puerto de Ostia, que era el más importante, y de los otros innumerables puertos: Puzoles, Gaeta, Siracusa, Alejandría, Bisancio, etc., la simple enumeración de las bases navales establecidas por Marco Vipsanio Agripa —tal vez el más

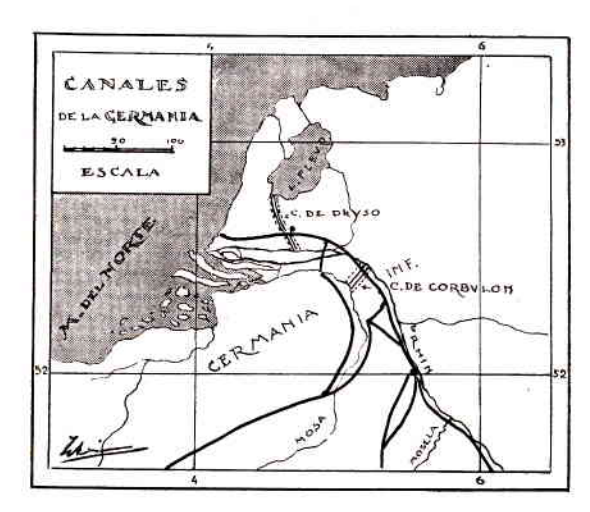
grande ingeniero de la antigüedad— basta para indicar el impulso dado a la navegación y a la mecánica que, en gran parte, con aquélla está ligada. Eran bases navales: Freius, Boulogne —donde Calígula elevó un faro de más de 60 metros de altura— la desembocadura del Támesis, Aquileia, Pola, Brindisis, Alejandría, Kosseir (en el Mar Rojo), Bisancio, Cízico, Trebisonda y Rodas. Las bases principales eran Ravena y el Cabo Miseno: una hacia el Oriente, otra hacia el Occidente. Bases fluviales había en Colonia y en Sirmium, una en el Rhin y otra en el Danubio, y, por último, los lagos de Como y de Neuchatel tenían destacamentos navales.

El impulso dado a la navegación marítima fué paralelo al de la navegación interior; Agripa unió el Lago Lucrino con el Lago de Averno; el trecho es corto, pero la obra presenta dificultades por la topografía de la región. Un canal, hecho excavar por Augusto, seguía la Vía Apia de Terracina a Roma; y Nerón emprendió la construcción de otro canal de Puzoles a Roma. Corbulón, el vencedor de los Partos, construyó un canal de 30 km. desde el Rhin hasta la Mosa; Druso —el vencedor de los Germanos que murió a los 28 años— unió el Rhin al lago Flevo por un canal en cuyas orillas fundó una ciudad; a ésta se le dió el nombre de «Trajectum» y al canal se le llamó «Fosa Drusiana». Ese canal, antecesor de los actuales canales de Holanda, «nació» nueve años antes de Cristo y es actualmente el Vecht, a la ciudad de Trajectum el tiempo le transformó el nombre y ahora se llama Utrecht. A estos canales debe agregarse también el que emprendió Nerón, canal de unos ochenta km. para unir el Saona con el Mosela.

Para comprender el desarrollo de la navegación interior y de la construcción de canales, basta decir que actualmente Italia tiene 900 km. de ríos navegables y 1600 km. de canales; en tiempos de Adriano, hace 18 siglos, la red de vías navegables en Italia ascendía a 4500 km.

Se debe a Julio César el proyecto de unir en un sólo curso las aguas del Tiber y del Anio, el corte del istmo de Suez y el del istmo de Corinto; pos-





Las líneas gruesas indican las carreteras principales; las dobles punteadas, los canales

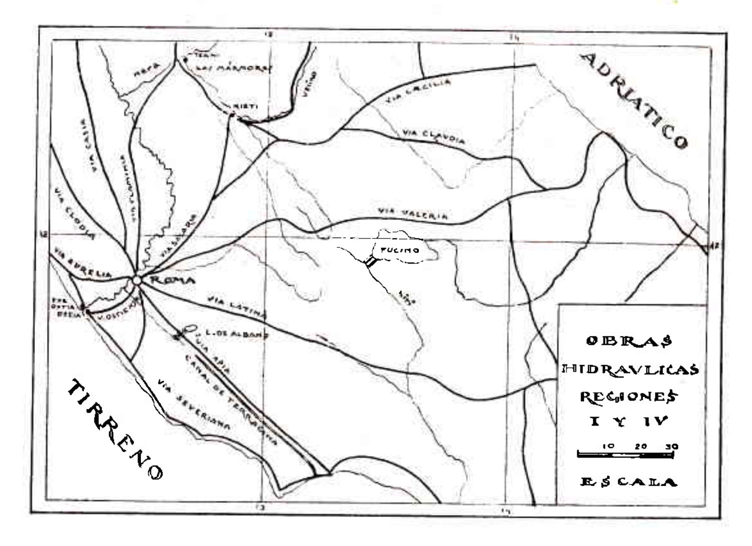
teriormente Calígula y Nerón habían dispuesto emprender el corte del istmo de Corinto, pero la muerte violenta de Julio César, de Calígula y de Nerón hizo de modo que tanto el corte del istmo de Suez como el de Corinto sólo pudieran llevarse a cabo en el siglo pasado.

A propósito del corte del istmo de Corinto, hay en la «Vida de los doce Césares» de Suetonio un pasaje digno de citarse. «Pero sobre todo —dice Suetonio en la «Vida de Calígula», refiriéndose a este emperador— había proyectado cortar el istmo de la Morea, y envió a su centurión Cayo para que viese lo que era necesario para dicho trabajo». Lo que no sólo comprueba que había en el ejército centuriones a quienes se les podía confiar estudios que actualmente se confían a Comisiones de ingenieros, sino que explica la rapidez y maestría con que el ejército efectuaba las construcciones.

El tío y sucesor de Calígula, el emperador Claudio, fué el verdadero tipo del emperador sabio: suyo es el proyecto del puerto de Ostia, suyas son las leyes marítimas que forman el fundamento de nuestro derecho marítimo, y suya es la que Plinio definía «la obra maestra de la ingeniería romana»: la construcción del canal para el desecamiento del Lago Fúcino.

El Lago Fúcino estaba situado en los Abruzos, tenía una superficie de 150 km.² y una capacidad de dos mil millones de metros cúbicos de agua, cuyas bruscas variaciones de nivel ponían en peligro la llanura circundante. A unos seis kilómetros hacia el Oeste corre el río Liri, el cual está separado del lago por una montaña que se llama Monte Salviano. Julio César había proyectado excavar un túnel en la montaña y llevar las aguas del lago hasta el Liri; de este modo se desecaría el lago y, al evitar así los peligros de sus crecientes, se conquistarían para la agricultura quince mil hectáreas de tierras fertilísimas.

El proyecto de Julio César fué emprendido por Claudio. Un trabajo semejante había sido llevado a cabo por Eupalino de Megara en la isla de Samos, durante el siglo VI a. C. Eupalino excavó un túnel



Las Mármoras, el túnel entre el Fucino y el Liri, el del Lago de Albano y el Canal de Terracina. Las líneas gruesas indican las carreteras principales

de siete estadios (1295 m.) a través de la montaña para llevar a Samos el agua del río Ampelo, pero el túnel del Monte Salviano era tres veces más largo y el caudal de agua era inmensamente mayor.

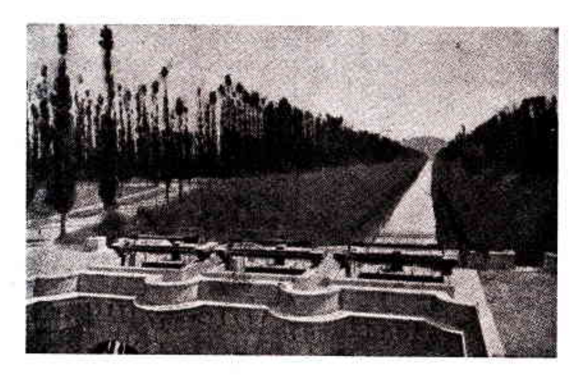
Se comprenderá que la mayor longitud del túnel implicaba la construcción de pozos de ventilación y de túneles secundarios para el transporte y circulación de materiales. Cuarenta pozos de ventilación, de 18 a 122 metros de profundidad, fueron excavados en el túnel emprendido por Claudio; treinta mil obreros trabajaron durante once años para construir la galería de 10 m.^{2} de sección y 5600 metros de longitud. Las alineaciones fueron llevadas a cabo con una exactitud sorprendente, según ha podido comprobarse; y los encuentros de las distintas secciones fueron perfectos.

El agua del lago corrió por el túnel y se vertió en el Liri, pero algunos años después las presiones de las tierras arcillosas aplastaron el túnel cuya sección era formada por dos piederechos y una bóveda de medio punto. Se trató en los lugares más peligrosos de disminuir la altura de los piederechos, pero inútilmente: el emisario dejó de funcionar, y sólo quedó como ejemplo del ingenio y de la tenacidad romana.

Transcurrieron muchos siglos: solamente en el 1872 pudo el principe Torlonia desecar el lago substituyendo a la bóveda de medio punto y a los piederechos una sección policéntrica.

Los centenares de kilómetros de acueductos subterráneos habían hecho de modo que los romanos fueran verdaderos maestros en el trazado de túneles, no sólo para la conducción de agua sino para excavar galerías cuando estos trabajos fueron impuestos en las carreteras por la altura de los desmontes.

Restos de galerías romanas «testimonios fieles de su iluminada potencia» se encuentran por doquier; unos ingenieros franceses encontraron a fines del siglo pasado en Bougie, cerca de Argel, los restos de un túnel construído siendo emperador Antonino Pío. En Suiza, entre Biel y Moutier sobre la carretera hacia la Germania Superior, hay un túnel de 15 metros de largo por m. 7,50 de ancho y m. 7,80



Canal colector del Fúcino. (Estado actual)

de altura; fué excavada a pico por los romanos y sobre la abertura hay una inscripción semiborrada. Supliendo lo que falta en la inscripción, se lee: Numini Augustorum vía facta per Titum Dunnium Paternum II virum colon. helvet.

Tal vez el túnel romano más conocido es el de Nápoles, sobre la carretera que une esta ciudad con Puzoles a través del contrafuerte de Posílipo. Se atribuye a Augusto la construcción de esta galería de un kilómetro de longitud, con portones de 25 metros de altura para dar amplia entrada a la luz. Y, como contraste a una obra tan ruda, en el frontón del túnel está la tumba —o la pretendida tumba— del poeta más dulce de la latinidad: Virgilio.

Los que niegan a los romanos toda capacidad para el arte y la belleza deberían volver a estudiar la historia, porque nada hay más poético que la historia romana. «Los amores de la Vestal y del Dios «—dice Macaulay— la cuna entre las cañas del Tiber, « la higuera, la loba, la cabaña del pastor, el fra- « ticidio, el rapto de las Sabinas, la lucha de Mecio « Curcio en la laguna, los convenios nocturnos en- « tre Numa y la ninfa en el Bosque Sagrado, el « combate de los tres romanos y los tres albanos, « los libros sibilinos, la simulada locura de Bruto, « la respuesta del oráculo, el suicidio de Lucrecia, « las heroicas acciones de Scévola, Horacio y Clelia, « la batalla del Lago Regillo ganada con la ayuda « de Castor y Pólux, la defensa del Cremera, la con- « movedora historia de Coriolano, la historia más « conmovedora aún de Virginia, el combate entre « Valerio Corvino y el gigantesco Galo, se asoman « de inmediato a la memoria.».

La casualidad —dice Plutarco— a veces se vuelve poetisa, y produce una serie de acontecimientos que no difieren mucho de los conceptos más elaborados que puede crear el arte.

«Verum» y «factum» —verdadero y hecho— son sinónimos en latín; los romanos no hablaban en poesía: la «hacían»; así como no hablaban de imperio universal y de paz universal: con sus máquinas, sus carreteras, sus puentes, sus acueductos, «hacían» el imperio universal y «hacían» la paz universal.

Las verdades son los hechos, y los hechos hablan por los monumentos: la historia romana está escrita en las piedras de sus carreteras, en las termas grandiosas y en los grandes puentes y acueductos que, atravesando cordilleras y llanuras y cruzando profundas gargantas y amplios valles, se pierden en el horizonte en una teoría infinita de arcos gigantescos o se hunden en las negras moles de las montañas.

Está aun librado al tránsito el túnel del «Paso del Furlo», donde la Vía Flaminia deja los valles floridos y las verdes colinas, se interna entre las gargantas abruptas, atraviesa el desierto de piedra y penetra en las entrañas de la roca. Debajo de la bóveda de la galería resuena el rugido del torrente, que precipita doscientos metros más abajo de las cumbres y parece traer desde las profundidades de los siglos un confuso fragor de armas y de voces entre el retumbar del paso de las legiones de un pueblo, recio y erguido como las rocas, que tuvo en sus destinos la conquista del mundo.

Sobre la galería hay una lápida, y en la lápida está escrito:

IMP. CAESAR AUG.
VESPASIANUS PONT. MAX.
TRIB. POT. VII IMP. XVII P. P. COS. VII
CENSOR FACIUNT CURAVIT

O sea: César Augusto Vespasiano Emperador, Pontífice Máximo, el año VII de su potestad tribunicia, diez y siete veces aclamado emperador, padre de la patria, cónsul por séptima vez, censor, cuidó que fuese hecha.

La galería excavada por los romanos en la roca viva, galería que substituyó el antiguo túnel excavado por los Umbros, es —de acuerdo con la inscripción— obra de Vespasiano, el emperador Sabino como Apio Claudio, Curio Dentato y Varrón, del constructor del Templo de la Paz y del Coli-

seo, el monumento más formidable de la potencia romana.

Han pasado tres años desde la construcción de la Galería del Furlo y en el palacio imperial Vespasiano, el viejo emperador, agoniza. Mientras la vida lo abandona lentamente, el pensamiento vuela a su país natal, a la tierra del silencio donde transcurrió su infancia, a los campamentos donde transcurrió la juventud y la edad viril. Vuelven a su memoria en una procesión férrea y grandiosa los compañeros de armas que lo han precedido en el gran viaje; ahora él también se reunirá con ellos en el reino de las sombras: nacido campesino en el reino del silencio, entra emperador en el reino de las sombras.

Y pasan velozmente ante sus ojos cerrados el resplandor de los incendios y el fragor de los combates, el horror de cien batallas y el júbilo de las victorias, las heladas selvas de Germania y las tórridas arenas del desierto. Abre los ojos, alrededor de su lecho de muerte están sus familiares, el anciano emperador los mira, se incorpora, se levanta y queda erguido, como las rocas de sus montañas.

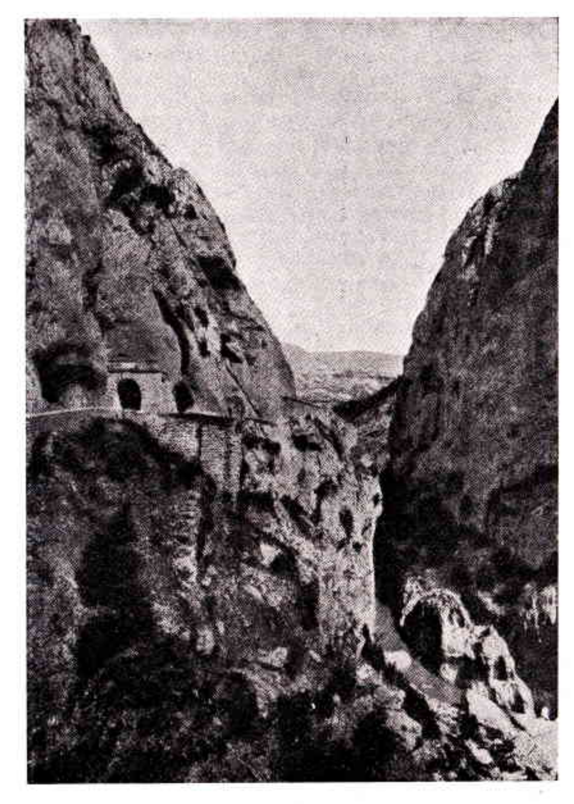
—¡Un emperador debe morir de pie! —exclama.

Y permanece unos minutos inmóvil, solemne, hasta que se desploma. Ops, la madre tierra, lo recibe en su seno amoroso.

Ha muerto un gran emperador; las legiones y el Senado han nombrado en su lugar al hijo, Tito, «amor et delitia generi humani».

Es el 24 de agosto del año 833 de la fundación de Roma, faltan nueve días para las calendas de Setiembre. Una parte de la flota está anclada en el Cabo Miseno y el almirante es un hombre de ciencia, uno de los más grandes hombres de ciencia de los cuales se enorgullece la humanidad; se llama Cayo Plinio.

«En el azul del cielo ha aparecido una nube de magnitud y forma extraordinarias; la nube comienza en el aire sin que pueda distinguirse de dónde ha salido; su forma se asemeja a un árbol y más particularmente a la de un pino, pues, elevándose hacia el cielo como un tronco inmenso, su cabeza



Túnel en el paso del Furlo. (Vía Flaminia)

se extiende en ramas; unas veces parece blanca, otras negruzca y otras de diversos colores.».

Es el principio de la erupción del Vesubio, descripta en la carta que Plinio el Jóven escribió a Tácito relatando la muerte de su tío, Cayo Plinio.

«El prodigio sorprendió a mi tío —continúa relatando Plinio el Joven— y en su celo por la ciencia quiso examinarlo de cerca. Salía de su casa cuando recibió un aviso de Rectina, mujer de Coesius Bosio que, aterrorizada ante el peligro (pues su casa estaba al pie del Vesubio y no podía salir sino por mar) le rogaba que le prestara socorro. Entonces cambió de propósito y lo que al principio iba a hacer por deseo de instruirse, lo hizo por abnegación. Se dirigió presuroso hacia los lugares de los que todo el mundo huía, yendo derecho hacia el peligro, tan libre de temor que dictaba la descripción de los diversos accidentes y de espectáculo que el prodigio ofrecía.

Ya sobre su barco volaba una ceniza más espesa y más caliente y, a medida que se aproximaba, piedras calcinadas y guijarros negros llovían en gran cantidad. El mar estaba en el descenso y hacía inaccesibles las orillas por el amontonamiento de piedras candentes que las cubrían. Mi tío titubeó un momento si se volvería, pero en seguida dijo al piloto que le aconsejaba regresar: «La fortuna favorece al valor».

Es sabido que Cayo Plinio desembarcó en Stabia y que allí pereció sofocado por los vapores, víctima de su amor por la humanidad y por la ciencia.

«Amanecía —continúa relatando Plinio el Joven— « pero en torno reinaba la oscuridad de la noche « alumbrada por las llamas.

«Cuando apareció la luz (tres días después del « último que había amanecido para mi tío) se en« contró su cuerpo sin ninguna herida, sin ninguna « señal en sus vestidos y su aspecto era más bien « del sueño que el de la muerte.».

Han pasado muchos siglos; de las excavaciones en las ciudades sepultadas vuelve a la luz del sol la vida interrumpida; surgen «vivas» las casas, las calles, los templos, las termas y los mercados. La

tierra madre ha conservado mejor que los hombres las obras de sus hijos.

En la puerta de Pompeya que da a la Vía de los Sepulcros había un legionario de centinela; desde su garita de piedra el legionario vió oscurecerse el cielo, iluminarse repentinamente de un rojo resplandor y desatarse entre los boatos y el fragor de los truenos la ira de los dioses. Frente a él estaba el volcán, veía correr por sus flancos los ríos de fuego, veía caer con estruendo ensordecedor las piedras candentes entre la lluvia de ceniza y los relámpagos. No lo vinieron a relevar, no había terminado su guardia y permaneció en su puesto. Estaba sólo, la gente había huído, y permaneció en su puesto.

La ceniza caía eterna, implacable, le llegó a las rodillas, al pecho, a los hombros, cubrió toda la ciudad, y él quedó en su puesto, de pie, cuidando la puerta de la Vía de los Sepulcros porque ésta era la consigna, fiel hasta la muerte, hasta más allá de la muerte.

Y los obreros, curvos en las excavaciones, así lo encontraron después de dos mil años, con el escudo a los pies y apoyado a la lanza, erguido y solemne como los monumentos que levantaban sus compañeros de armas; había mirado de frente la ira de los dioses y murió de pie, como murió su emperador, como moría un romano.

☆

bo. Pero nadie puede imaginarse cómo un conjunto de hombres, por más numerosos e incansables y provistos de los medios necesarios que se quiera, ataque una roca natural alta cien pies y la excave y produzca tal templo. Esta obra supera la imaginación, y el espíritu se pierde en la maravilla».

Selly escribía las líneas citadas en 1823; habían pasado muchos siglos desde la construcción de las galerías de la India y aun no existían los grandes túneles de siglo XIX. Ahora también se han construído túneles en la India; el camino que siguieron nuestros antiguos antepasados —los Arios— para penetrar en la India es recorrido actualmente por la línea férrea que une Quetta con Chaman, en la ruta de Candahar, a través de un túnel de dos mil setecientos metros de longitud.

Porque también nosotros, los ingenieros modernos, hemos horadado las montañas llenando de estupor a los mismos que sonreían incrédulos ante la temeridad del proyecto. Horadamos las montañas porque tenemos prisa en llegar y no llenamos de grandiosidad y de riqueza nuestros túneles porque no los construímos para adorar a los dioses: los construímos para correr en ellos a velocidades fantásticas y no para detenernos a meditar en el silencio.

El europeo que en el Himalaya contempla los horribles precipicios y los oscuros abismos en cuyo fondo mugen amenazadores los torrentes, y ve elevarse las lomas nevadas hasta perderse entre las nubes, supone que las nieves perpetuas continúan más allá de las nubes hasta cubrir los picos de la grandiosa cordillera.

Pero el brahman no piensa lo mismo. «Más arriba de las nubes —dice— en las cumbres sagradas reina eterna primavera, las flores no marchitan nunca en las praderas de esmeralda y las aves multicolores llenan de trinos el aire embalsamado. Desde el Septentrión, desde las montañas del Pamir, vienen a danzar las hadas jóvenes y hermosas con guirnaldas de flores rojas y blancas en los cabellos esparcidos al viento; el susurrar del céfiro, el canto de los pájaros, el murmullo de los arroyuelos y las mil

voces de la naturaleza, acompañan con suave armonía la danza de las hadas». Porque en las «sagradas cumbres» tiene su morada Siva, el dios constructor y destructor, junto a Parvati, su esposa. Para representar esta morada, que es al mismo tiempo celeste y terrestre, los hindúes levantaron el Kalidaha, gran templo en forma de pirámide cuadrada, cuya cúspide se eleva hacia los dioses y en cuya base se hunden en las entrañas de la tierra galerías misteriosas y laberintos aún inexplorados.

Pero, Siva prefiere bajar desde las alturas a otro templo, a la pirámide de Tangior donde, esculpido en un enorme monolito de pórfido, está el buey sagrado, el cual todas las noches —dice la leyenda— se levanta y gira alrededor de la pirámide.

Antes que la pirámide de Tangior y todos los otros templos de la India, Brahma mismo utilizó grandes bloques para construir el «Rameswaram», pirámide de base cuadrada, situada en la isla homónima. Empero, hace cuatro mil años, los hombres han querido levantar otra construcción de más grande magnificencia que el construído por Brahma; el templo levantado por los hombres es el de Chalambrum al que se accede por cuatro puertas en cada una de las cuales hay una pirámide. La base del templo es un inmenso rectángulo de 650 metros de longitud por 311 metros de ancho y comprende varios templos menores entre los cuales está el de la esposa de Siva cuyo tabernáculo es la famosa «sala de las 100 columnas».

Todo es simbólico en esta construcción: los nueve globos dorados sobre la sala de oro son las nueve encarnaciones de Visnú; los cinco pilares de entrada son los cinco elementos; los diez y ocho pilares antes de la capilla de Brahma son los diez y ocho Puranas; los cinco colores y los cinco tipos de mármoles del pavimento son cinco vocales y las cinco sílabas sagradas; las sesenta y cuatro cabriadas que sostiene el techo son los sesenta y cuatro oficios; las noventa y seis barras que forman la reja del santuario son las noventa y seis maneras del pensamiento de los hombres.

En los innumerables templos de la India todo es simbólico y espiritual: la realidad la introdujeron los europeos. Europa es el continente de Galileo, de Kepler, de Newton; Asia es el continente de Brahma, de Buda, de Jehová, de Cristo y de Mahoma: Europa es la realidad, Asia es el mito.

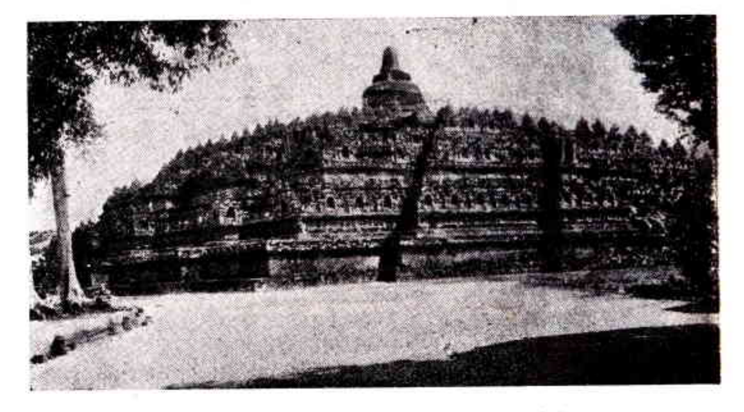
Y el mito no tiene historia; ¿pertenece el Ramayana —la epopeya de los indos más universalmente conocida— al siglo X a. C. o es muy posterior? ¿Fué su autor Valmiki, según se desprende de los últimos versos, o es Valmiki un sacerdote veda del siglo IV a. C. que le dió la forma primitiva? ¿O es el que terminó el poema? ¿Y el Mahabharata —la obra más gigantesca de la literatura universal— es del siglo VIII a. C. y fué su autor Viasa, o fué escrita muy posteriormente? ¿Y a qué siglo pertenece Kalidasa —el poeta más grande de la India y uno de los más grandes poetas del mundo? Hay quien supone que Kalidasa escribía en el siglo VII a. C., otros en el siglo I; y otros en el siglo VI d. C.

«Los egipcios lo recordaban todo —dice Spengler— y los hindúes lo olvidaban todo».

¿Para qué recordar? Desde la dinastía fundada por Tchandra Gupta, dinastía que reinó desde el 315 a.C. hasta el 178 a.C., la India nunca tuvo gobernantes nacionales porque siempre fué territorio de conquista: primero de los Selyucidas, después de los Gaznevidas, de los Afganes, de los Mongoles, de los Tártaros, de los Europeos. Y los invasores destruyeron las obras y asesinaron la población: es conocida la pirámide de doscientas mil cabezas que hizo levantar en Delhi Tamerlán, un tártaro que se decía Mongolo.

Solamente en el lapso de un siglo —desde el reinado de Akbar, descendiente de Tamerlán, hasta el fin del reinado de Sha Jahan— o sea desde 1556 hasta 1666, la India adquirió bajo la dinastía tártara, impropiamente llamada Mongola, un esplendor inusitado.

Fatehpur Sikri —la ciudad real— fué una de las grandes obras de Akbar. Hemos visto que, desde las terramas hasta la época romana, en Europa las ciudades eran construídas en lugares estratégicos, y



El Borabudur. - Siglo VI d. C. (?).
Templo Indo en la isla de Java

fundadas porque las circunstancias militares, políticas o económicas lo imponían. En la India la construcción de Fatehpur Sikri fué debida a otros factores.

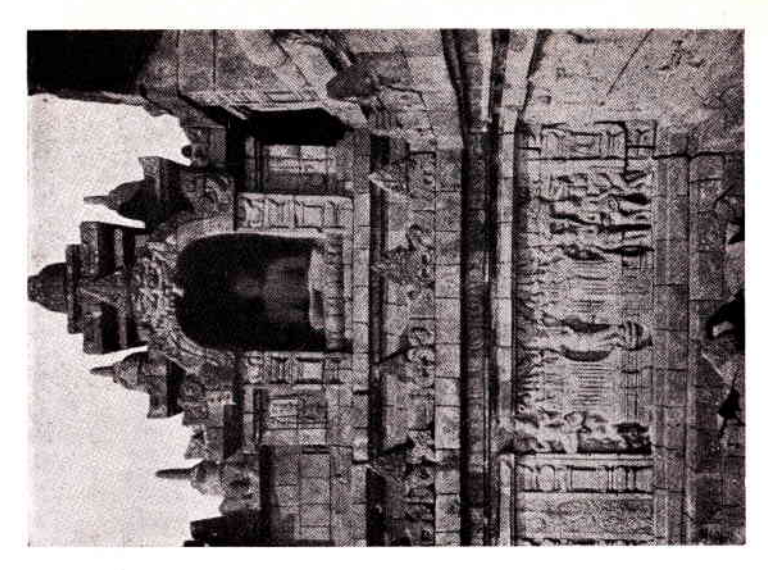
Un viejo ermitaño cuyo nombre era Salim Chishti aconsejó a Akbar que edificara una ciudad para trasladar allí la capital, abandonando Agra, antigua residencia de los gobernantes. Era éste el único modo —según Salim Chishti— para que Akbar, acongojado por la falta de descendientes varones, pudiera tener un heredero al trono. Fueron llamados ingenieros, arquitectos y maestranzas de Arabia, de Persia, de Italia y de China, y en seis años —desde el 1569 hasta el 1575— fué construída una ciudad maravillosa —Fatehpur Sikri— en una sucesión infinita de palacios, de columnas, de terrazas, de jardines, de salas y de fuentes; y lo extraordinario es que, siendo los ingenieros, arquitectos y maestranzas oriundos de naciones y razas muy distintas, la colaboración fué tan estrecha que la ciudad tiene un estilo único y armonioso.

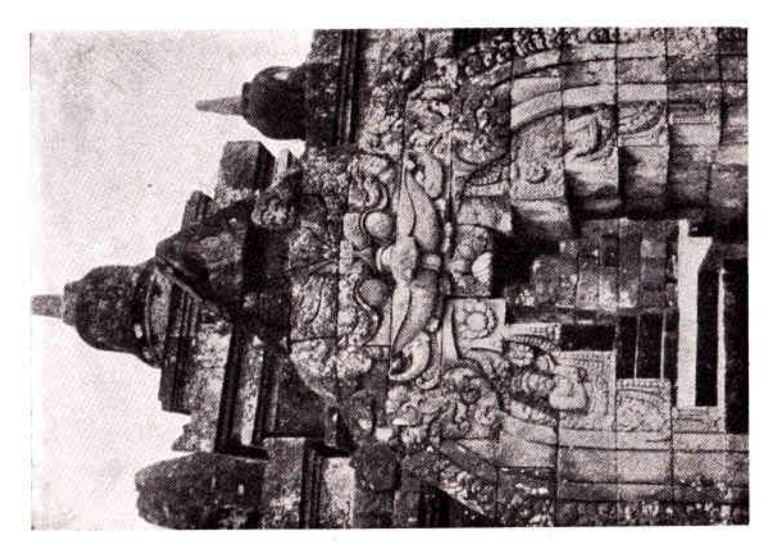
Aun existe Fatehpur Eikri, a 20 km. de Agra, pero es una ciudad de ensueño, «perfecta, limpia y deshabitada. Se tiene la impresión de caminar en un ambiente de sortilegio, con la secreta esperanza y el temor de ver de repente animarse las salas, los pórticos y los jardines y reaparecer sobre el trono de piedra negra al Gran Mogol, barbudo y majestuoso para tener audiencia con sus ministros».

Ahora la ciudad está desierta, la capital fué trasladada de nuevo a Agra —por un nuevo consejo de Salim Chishti— diez años después, y allí terminó sus días Akbar «el más grande emperador de raza tártara», el «Gran Mogol».

En 1592 subió al trono Shah Jahan, y al año siguiente murió su esposa favorita Mumatz, la «celebrada por su virtud y belleza, la adorada del pueblo por su gran corazón». El dolor embargó el alma del Shah Jahan y decidió dedicar a la memoria de la esposa un monumento como no hubiera otro en el mundo.

Fueron invitados arquitectos, escultores, ebanistas, pintores, y llegaron desde China, Persia, Arabia y Europa los más famosos artistas para edi-





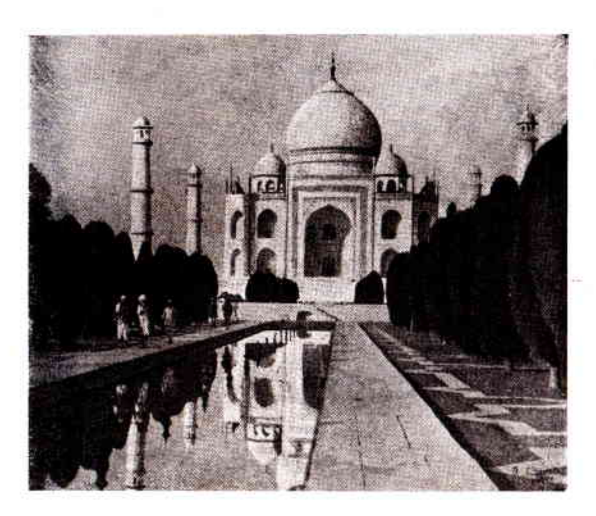
Tipos de aberturas tendientes al arco en el Borobudur (Detalles)

ficar el mausoleo a la orilla del río Jumma, en Agra. El monumento costó cien millones de pesos de nuestra actual moneda; 20.000 hombres trabajaron durante diez y siete años para construir «un poema infinito cuyas estrofas son cantadas en mármol, en metales ilustres, en piedras preciosas». Es esto el Taj Mahal, contenido en una deliciosa línea de pureza entre la claridad externa de alabastro y el milagroso esplendor interno. Y el Taj Mahal se refleja en las aguas límpidas y tranquilas del lago: es lo «verdadero» y la «imagen de lo verdadero».

Hemos citado esta obra de arte —una de las más hermosas del mundo— porque ella es un símbolo del alma de la India. Veinte mil operarios que trabajan durante diez y siete años equivalen aproximadamente a treinta mil operarios trabajando durante once años; es decir que los 330.000 «operarios—años» del emisario del Lago Fucino equivalen a los operarios-años del Taj Mahal: aquéllos trabajando en desecar un lago y utilizar su cuenca para la agricultura, éstos trabajando para construir un mausoleo para una mujer buena y hermosa. No podría haber dos obras en que, al comparar dos trabajos prácticamente iguales, demostraran con resultados tan distintos las diferentes mentalidades de dos pueblos; más aún, de dos continentes.

Corresponde a la Historia de la Arquitectura detenerse sobre los tres sistemas y los tres órdenes arquitectónicos de la India, sobre las reglas invariables y señaladas de antemano, consignadas en tratados que sólo conocían los sacerdotes, quienes dirigían las obras. Repetimos que hemos citado el Taj Mahal sólo para compararlo con una obra romana en la cual el mismo trabajo era dedicado no a lo «espiritual», sino a lo terrenal.

No debe deducirse de ésto, naturalmente, que los asiáticos despreciaran lo «positivo», lo «práctico», —se recordará las canalizaciones y los sistemas de riego construídos en España por los Arabes, y debe reconocerse que desde los canales de riego excavados por ellos nada mejor se ha hecho al respecto. Y ya hemos hablado de los canales de Mesopotamia y de



El Taj Mahal a la orilla del río Juma





Jahan y Mumatz

la lucha en el «Celeste Imperio» contra «el río terrible».

Todavía el agua se extrae en China como hace tres mil años, con ruedas de bambú o con ruedas de viento, de velas —o palas— verticales, y el sistema es tan perfecto que a pesar de la gran densidad de población (más de doscientos habitantes por km.^{2} en la China propiamente dicha) la tierra da suficientes medios de subsistencia.

China ha ideado su propio sistema de riego, los árabes han aplicado los que ya encontraron en los pueblos de su inmenso imperio que por 10.000 km. se extendió desde la frontera China hasta el Atlántico.

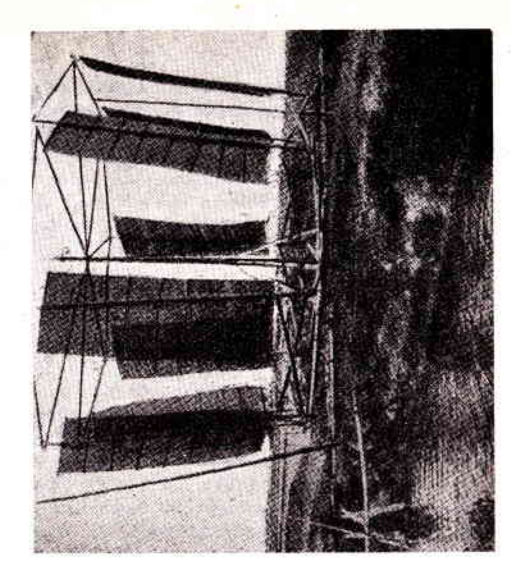
Sucedió algo semejante en las construcciones civiles: las construcciones civiles chinas tienen su carácter propio, las construcciones árabes han sido una superposición, una armoniosa combinación de elementos persas, hindúes, bizantinos y romanos.

Los árabes se valieron, empero, de una decoración espléndida para distinguir sus edificios de los de otros pueblos; inventaron los azulejos, pero los arabescos —que complementaban la decoración polícroma de los azulejos— son perfeccionamientos de los motivos ya conocidos empleados por Caldeos, Persas, Egipcios, Griegos y Romanos.

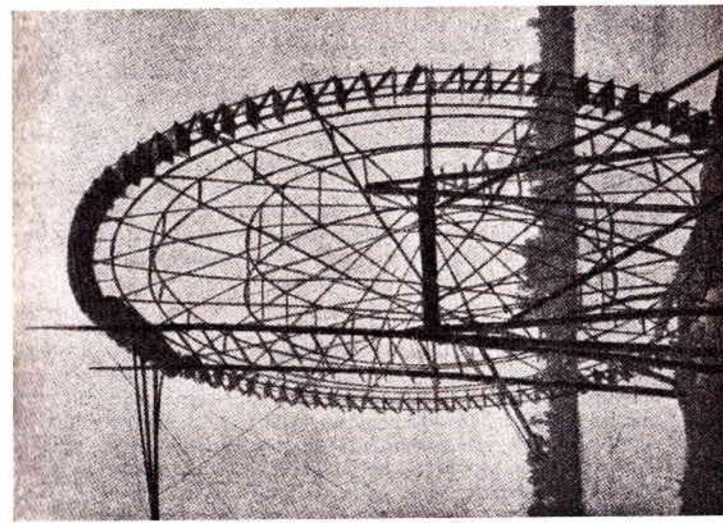
Sin embargo, los monumentos árabes son una demostración de lo que el talento puede hacer sin inventar, perfeccionando y ordenando elementos dispersos y uniéndolos en forma armónica.

Y del mismo modo que los árabes «conglomeraron» los preceptos constructivos de los distintos pueblos, así su imperio constituyó un inmenso depósito en que, reunidos los conocimientos ajenos, fueron esparcidos después a las otras naciones, desde el álgebra hasta la pólvora, y desde la brújula hasta la medicina y la química (al-kimiya).

El empleo del arco ojival —que en realidad es persa— se inicia en el siglo X (la conquista de Persia comenzó en el siglo VII); y el arco, que tenía radios iguales a los tres cuartos de su abertura en los siglos XI y XII, se hizo más peraltado en los



Rueda de viento



Rueda de bambú para la extracción del agua

siglos siguientes. El tipo especial de cúpula fué tomada también de los Persas, que a su vez lo tomaron de las tiendas que usaban las tribus nómadas turcomanas. Consistían estas tiendas en un armazón de madera con nervios en arco, sostenido en el centro por un largo poste y cubierto con pieles de buey cosidas con pelos de cabra. Con tales tipos de cúpulas se terminaban los edificios, los pabellones y los minaretes.

En cuanto a la casa habitación, el característico «patio» árabe, así como la disposición de los locales, corresponden exactamente a la casa romana, cuyo «cavedium» es el «patio» árabe; el mismo castillo —«kasr» en árabe— es el «castrum» romano.

Muy diferentes son las construcciones civiles chinas. Las habitaciones chinas, sea cual fuera el tipo a que pertenezcan, tienen siempre un carácter propio que no se parece a las de ningún otro pueblo, un carácter «provisional» que ha inducido a creer que al pueblo chino le faltara originalidad y amplias aspiraciones, ya que no ha construído edificios grandes y monumentales en condiciones de desafiar el choque de los siglos. Pero esto es un error, porque el tipo de construcción es debido a la necesidad de hacer frente a la hostilidad de la naturaleza —terremotos y aluviones— y a la de resistir a la contínua humedad que corroe los materiales; —por eso la casa china es la misma que la de hace tres mil años.

Como se comprende, nos referimos al tipo característico de casa china, y no a los tipos modernos de edificios de renta que son de una uniformidad desolante en todas partes del mundo.

La casa típica china era generalmente de un sólo piso, y se componía de un techo con tejas pintadas de blanco, cuatro paredes y una puerta; en el rectángulo formado por las cuatro paredes se disponían, por medio de tabiques, un salón, un dormitorio y un patio adornado de macetas con flores. Si la familia era numerosa, se construían casas contiguas del mismo tipo que el anterior, de tal modo que, para expresar la riqueza de una familia se decía que poseía una casa con tres, cuatro o mayor número de patios. El salón y el dormitorio estaban a un nivel algo más alto que el suelo, de manera que para llegar a ellos había ventanas: la luz entraba por una abertura practicada en el techo, abertura sin postigos, de modo que además de la luz entraba también la lluvia.

El pavimento era de ladrillos cocidos y, en casas pudientes, de dos colores. Las columnas, cuando había, eran delgadas y rectas, sin base ni capitel, y decoradas con pinturas e incrustaciones de cobre, nácar o marfil.

Un segundo tipo de edificios para casa habitación tenía la misma disposición, pero constaba de dos cuerpos separados por un pequeño jardín con alguna fuente y árboles enanos. Y en cuanto a los palacios y pagodas, sólo se diferenciaban por ser más grandes que las casas particulares.

Se notará que las construcciones civiles no eran muy complicadas y que con estas clases de edificios las ciudades debían ser enormemente extendidas.

Marco Polo relata que la ciudad de Taidú (Pekin), fundada por Kubilai, era cuadrada, y «de diez leguas de superficie, ceñida por murallas de un espesor de 10 pasos», con calles trazadas a rumbo recto, manzanas cuadradas, palacios con jardines y rodeada de inmensos suburbios.

Nos habla también Marco Polo de las maravillas de Kinsai (Nankin) «ciudad rica de 1.6000.000 casas, de millares de baños públicos y de centenares de millares de fábricas, y por estas riquezas y por las honestas costumbres de los habitantes, alabada y magnificada más que cualquier otra ciudad del mundo».

Kubilai, que reinó desde el 1259 hasta el 1294, terminó el Gran Canal, o Canal Imperial, excavando la parte comprendida entre el antiguo lecho del Hoang Ho y Tien Tsin, en una longitud de unos ochocientos kilómetros, pero la parte Sur, desde el Yang Tse Kiang hasta el Hoang Ho, fué excavada entre el 605 y el 617 d.C. La longitud total es de unos 1.000 km. y el punto más difícil es el cruce del Canal con el Hoang Ho, punto que sólo puede

ser atravesado por las embarcaciones cuando el nivel del río sube de dos metros cuarenta sobre el nivel ordinario.

Kubilai dió un gran impulso a la navegación por el canal, después que bajo su reinado —según dijimos,— se terminó y se reglamentó la navegación y la conservación; ambas se habían puesto bajo la vigilancia de un gobernador con el título de virrey, lo que demuestra la importancia que se daba al Canal Imperial.

Actualmente, empero, el canal está mal conservado, y si bien la navegación marítima y las líneas ferroviarias le han quitado importancia, una obra de tal magnitud merecería más cuidado.

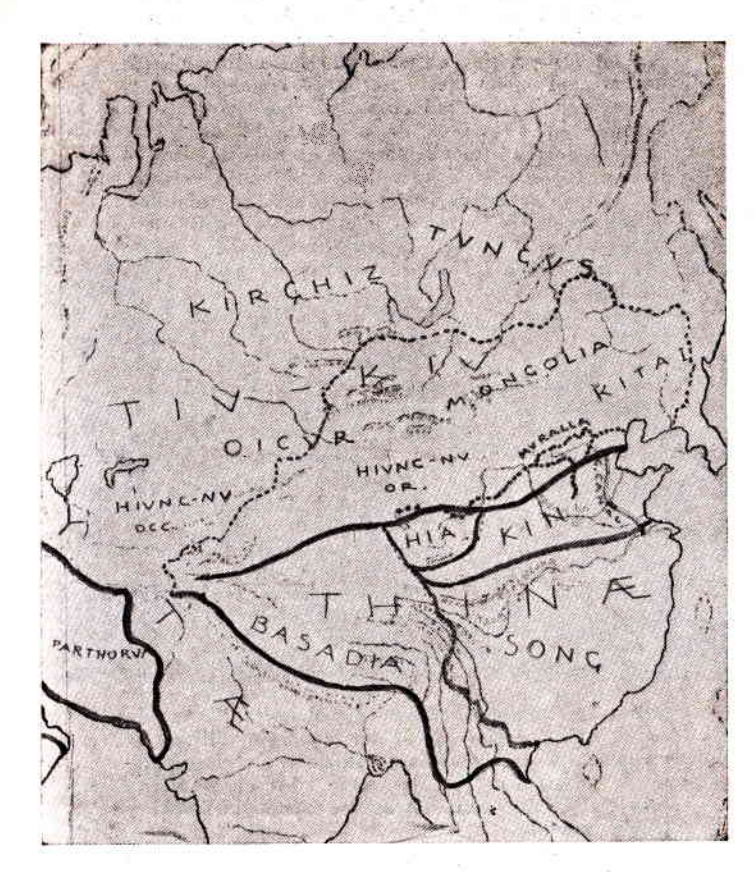
Una de las más curiosas obras públicas realizadas por la dinastía mongola —impropiamente llamada tártara— a la cual pertenecía Kubilai, es una corta carretera, de 3600 metros de longitud que se llamó después la «Vía Santa» (Chang Lu). La «Vía Santa» es una grandiosa avenida de 200 metros de ancho, bordeada por 36 estatuas colosales: veinticuatro animales y doce personajes. Esta carretera lleva al Valle de Chang Ping, donde, en trece colinas que rodean el valle, están excavados en la roca viva trece mausoleos de trece emperadores de la dinastía Ming.

La dinastía Ming (brillante) era —según es sabido— la dinastía nacional china cuyo fundador, Tchen Yuen, arrojó de China en 1368 a la dinastía mongola.

Por esto Tchen Yuen es para China un héroe nacional, y para los mongoles es un mal bonzo que cambió su traje religioso por la armadura de un bandolero.

El segundo emperador de la dinastía Ming, cuyo nombre era Yu Lo, eligió el Valle de Chang Ping, a unos 50 km. al norte de Pekin, para su mausoleo y los de sus descendientes, porque el valle de Chang Ping es uno de los lugares más hermosos del mundo.

Trece colinas, cuyas masas azules resaltan sobre la diafanidad del cielo, están dispuestas en anfiteatro y circundan una verde llanura. En el centro de la



El canal Imperial y la Gran Muralla (Esquema de la situación geográfica)

misma se destaca el gran arco marmóreo de los Ming, cuyas brillantes tejas amarillas centellean a la luz del sol; a través de sus cinco aberturas se divisan los perfiles elegantes de las colinas donde duermen el sueño eterno los trece emperadores.

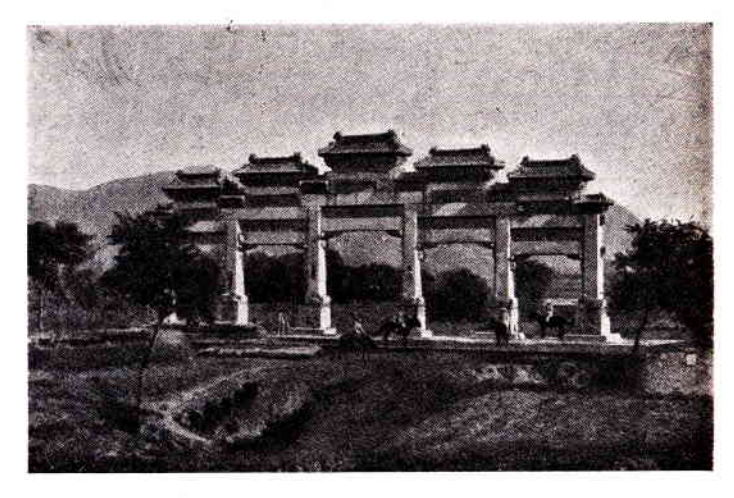
Los veinticuatro animales que bordean la Vía Santa están dispuestos de a pares, 12 de pie y 12 sentados: el movimiento y el reposo. Hay 4 leones, 4 corderos, 4 camellos, 4 elefantes, 4 caballos y 4 quimeras, es decir: la realeza, la humildad, la resistencia, la fuerza, la nobleza y la inteligencia. A los 24 animales siguen los 12 personajes, o sea: 4 mandarines militares, 4 mandarines civiles y 4 hombres célebres.

Los monumentos pesan, en media, tres toneladas cada uno; llegan hasta el fin de la avenida donde hay otra puerta, la Tahugmen, de tres aberturas. Actualmente la calzada está destruída, pero algunos restos indican el cuidado de la construcción del pavimento, formado por grandes baldosas de mármol, como correspondía a una Vía que era «Santa» porque llevaba a un templo natural donde el pavimento era el valle; los muros eran las colinas; la cúpula, la inmensa bóveda del cielo; la música, el canto de los pájaros que anidan en el bosque; los dioses, las almas de los emperadores; y los sacerdotes, los graves e inmóviles personajes de piedra.

Estas estatuas no tienen pedestal y, surgiendo de la tierra son mucho más impresionantes que si el artista las hubiera dotado de pedestales. Basta observar una de ellas: la de un mandarín militar; la mano izquierda mantiene fuertemente la empuñadura de la espada; los ojos están fijos en la tierra, la vieja tierra China; tiene la cabeza inclinada y parece meditar.

Ha seguido a sus emperadores cuando emprendieron el último viaje hacia el valle del silencio; no ha pasado la última puerta —la Tahugmen— se detuvo a la entrada de los mausoleos, para custodiarlos por la eternidad.

Muchas veces el sol, al describir su gran arco diurno en el cielo, ha pasado sobre él y, después de iluminar su frente pensativa con los resplandores



El Arco de los Ming

del ocaso, se ha ocultado tras las colinas. Ahora el astro del día esparce sus rayos sobre las tierras del Occidente.

Mañana las blancas luces de la aurora volverán a iluminar el «Reino del Gran Esplendor» y surgirá de nuevo el sol en el Oriente lejano.

Inmóvil, con la mano en la empuñadura de la espada, el anciano mandarín medita y espera.

Las obras públicas chinas relacionan los chinos a los romanos.

Puede notarse esta relación en otras cosas además de las obras públicas; por ejemplo, en los vasos chinos descubiertos en las tumbas etruscas, en la medida ponderal china, la libra de 12 onzas, exactamente igual a la libra que los romanos introdujeron en Asia, dividida también en 12 onzas; los arcos de piedra de los 3158 antiguos puentes chinos son iguales a los arcos etruscos y romanos; las antiguas carreteras chinas recuerdan a las vías romanas y la misma Muralla china recuerdan los «valla» romanos.

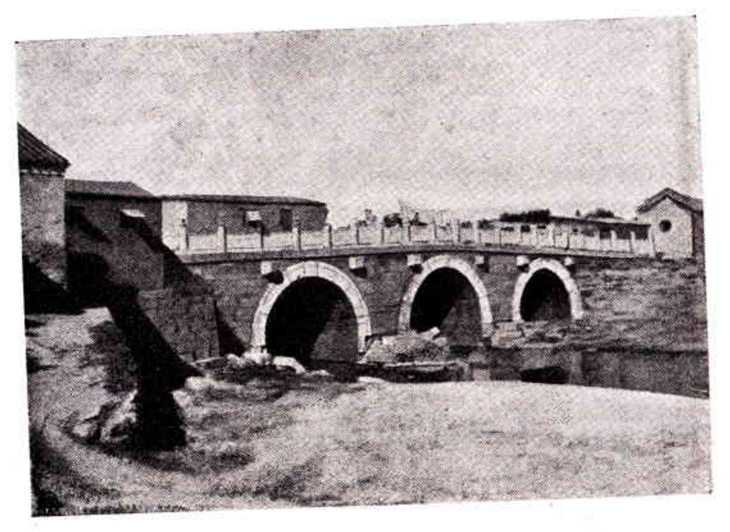
La Gran Muralla comienza en Can Ceu, en la región donde se unen las fronteras del Tibet, del Turkestan y de la China, y atravesando ríos, montañas y valles, termina en Tsingwandau, donde las aguas del Mar Amarillo bañan las piedras colosales de sus fundaciones. Desde Can Ceu hasta el Oeste de Kansu toma el nombre de Wan li cheng, o sea «muro de los 10.000 li», y desde el oeste de Kansu hasta su terminación se le llama «Pien li» o sea «muro de frontera». La longitud total es de 2150 km. a los cuales deben agregarse unos mil kilómetros más de diramaciones secundarias.

Tiene cuatro grandes puertas de hierro: la del Tibet, de Le Ling, del Dauria y de Liao Tung, y cruza cuatro veces el Hoang Ho: a la última salida de este río se destaca el contrafuerte más importante en una longitud de 600 km.

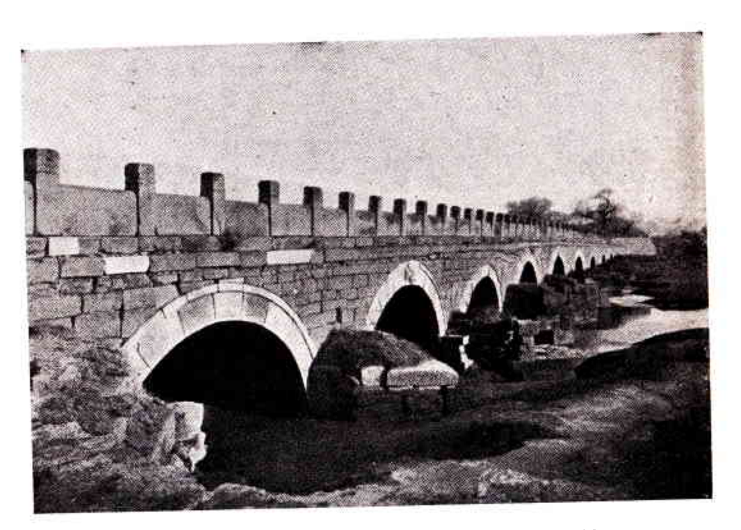
La obra consta de dos muros paralelos colocados a una distancia de siete metros; la altura de los muros varía entre 8 y 12 metros y el espesor de cada uno de ellos en su parte superior es de 50 cm.; entre ambos sostienen un terraplén de tierra sobre



La "Via Santa" a las tumbas de los Ming



Puente de Sha Ho



Puente de Lu Ku Kiao sobre el Hun Ho
Longitud: 250 m.; ancho de la calzada: 13 m.
Construído en 5 años (1189-1194) por Ming Chang

el cual está la calzada. La parte inferior de los muros, hasta una altura de 2 m. aproximadamente, es de piedra labrada; las piedras tienen, en término medio, un largo de un metro con veinte centímetros, una altura de 40 cm. y un ancho igual a la altura, lo cual da para cada piedra un peso de media tonelada. El resto de los muros es de ladrillos, la dimensión de cada ladrillo es de 10 cm. de altura, de 20 cm. de ancho y 40 cm. de largo; piedras y ladrillos están unidos con un cemento muy resistente.

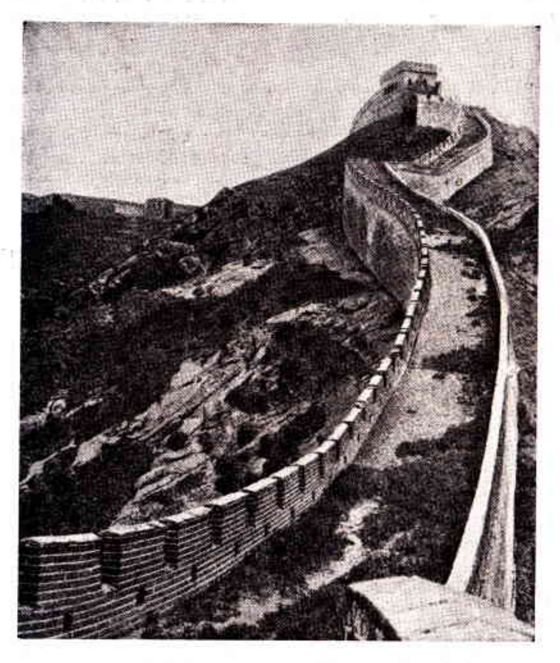
Cada cien metros, aproximadamente, hay un fortín, el número de fortines asciende a 24.000, en cifra redonda.

Se han hecho cálculos fantásticos sobre la construcción de la Gran Muralla; se habla de seis millones de obreros trabajando durante diez años, custodiados por un ejército de 300.000 hombres mandados por el general Mung Tien. De los metrajes de las principales obras de la Gran Muralla puede deducirse fácilmente que aquellas cifras están lejos de la verdad. Los metrajes, en cifras redondas, son los siguientes:

Excavaciones	m.³	10.000.000
Mampostería de piedra .... (incluso fundaciones).	»	20.000.000
Mampostería de ladrillos	»	40.000.000
Terraplén de tierra	»	280.000.000

Un cálculo aproximado da que para ejecutar estas obras en 10 años serían necesarios unos doscientos mil obreros, es decir las dos terceras partes de los soldados encargados de custodiarlos y mucho menos que los millones de hombres de que se suele hablar.

Esto, se comprende, considerando que la Gran Muralla fuese construída toda al mismo tiempo, lo que en realidad no sucedió. Los tres estados de Han, Ye y Chao comenzaron la obra en el 369 a. C.; el reino de Wei construyó en el 367 a. C. la parte de muralla que, siguiendo el río Lo, llegaba hasta Yenan; y el reino de Tsi levantó los 600 km. de



Calzada y fortines de la Gran Muralla

muro que partiendo de los montes de Tai Shan llegaban al mar.

Esto acontecía en la época de los últimos emperadores de la dinastía de Ceu, es decir cuando los «diez mil reinos» eran víctimas de un enemigo interior —la corrupción— y de un enemigo exterior—los Hiung Nu.—El cambio de dinastía, en el 247 a. C. resolvió las dos cosas. Es una ley histórica que la tiranía sucede a la anarquía; la dinastía Ceu fué substituída por la de los Thsin, cuyo primer emperador —Thsin Chi Hoang Ti— reprimió los desórdenes con una ferocidad extraordinaria. De esa dinastía «Thsin» tomó su nombre «China».

Naturalmente, cuando se habla de los «diez mil reinos» se comete una exageración porque el imperio estaba dominado por ocho tiranuelos; Thsin Chi les declaró la guerra, los derrotó y obligó el último Ceu, llamado Ye, a huir y refugiarse en el Liao Tung. De este modo Thsin Chi reunió los ocho reinos en un sólo estado y, arreglados los asuntos internos, atacó a los Hiung Nu, conjunto de pueblos tártaro-mongolo a quienes los occidentales llamamos «hunos», los rechazó hacia su altiplano y, para quitarles la esperanza de volver hacia el Sur, reunió en una sola las obras de defensa de los ocho reinos y las completó, obteniendo así la más grande mole que se conoce en la historia de la ingeniería.

Aunque posteriormente —en el 423 d. C., en el 447, en el 552, en el 595, en el 608, etc.— la Gran Muralla fué restaurada y modificada, la construcción de Thsin Chi bastó para detener durante siglos las correrías de los Hiung Nu, los que se dirigieron hacia el Oeste, a la tierra de los Yue Ti (escitas), y los desalojaron. Los Yue Ti abandonaron su país e invadieron la India después de saquear la Partia y la Drangiana y destruir el país de los Bactros.

Estos movimientos e invasiones tuvieron lugar en el 126 a. C. y durante cincuenta años los hunos «oscilaron» entre la Gran Muralla y los Urales.

En el 72 a. C., China emprendió la lucha abierta contra los hunos, y en la misma tierra de éstos.



Una puerta de la Gran Muralla



Puerta de Chu Yung Kwan en la Gran Muralla

Después de 150 años de guerras, los hunos fueron rechazados definitivamente del altiplano por Pao Chao, célebre general chino.

Gran parte de aquellas hordas se retiraron hacia el Occidente y se volcaron sobre los godos, los que —empujados por los hunos— comenzaron a golpear en las fronteras del imperio romano y a infiltrarse en él. Doscientos años más tarde el imperio se había «barbarizado»; trescientos años después, detrás de los godos llegaron los hunos, —los Hiung Nu— y Aecio, «el último romano» destrozaba a los descendientes de los Hiung Nu que Pao Chao había rechazado hacia las estepas.

La gran batalla, como es sabido, se desarrolló en los Campos Cataláunicos en el 451 d. C.; 150.000 hunos quedaron en el campo de batalla, pero fué una victoria inútil porque el imperio romano se desmenuzaba para siempre, después de haber luchado durante trescientos años contra las hordas bárbaras.

Atila —el jefe huno— volvió a Panonia donde había establecido su cuartel, pero al año siguiente, o sea en el 452, se dirigió hacia Italia devastando lo que encontraba a su paso mientras los habitantes del Véneto, y sobre todo los de la ciudad de Aquileia, buscaron refugio ante la invasión huna en las islas de las lagunas.

Nació así sobre un conjunto de 72 islotes, con viviendas construídas sobre pilotes como en los tiempos de las terramaras, la ciudad de Venecia mientras moría el imperio de Occidente y comenzaba la Edad Media. Porque —dijimos— el imperio titánico no ha caído, simplemente después de haber luchado, ha envejecido y ha muerto, como lucha, envejece y muere todo lo terrenal, y sobre su cuerpo grandioso nacen los pequeños reinos bárbaros.

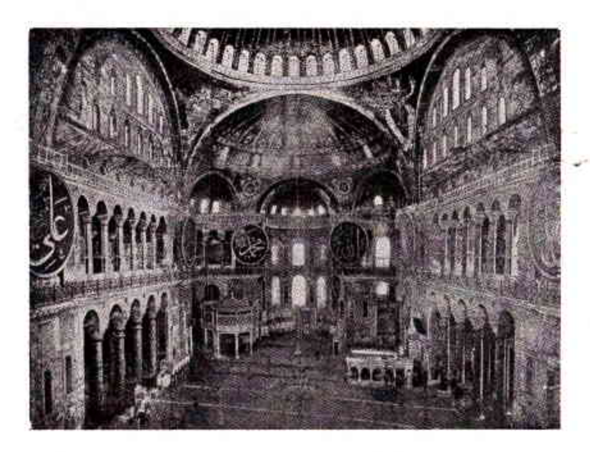
Cuarenta y dos años después de la batalla de los Campos Cataláunicos, Teodorico —un ostrogodo educado en la corte de Bisancio y romanizado— es nombrado rey de Italia por Atanasio, emperador de Oriente, porque Italia no es más que uno de los pequeños reinos. Treinta y tres años reinó Teodorico durante los cuales renació la edilicia, se restauraron los edificios públicos bajo la dirección de un cuerpo técnico cuya máxima autoridad fué el «architectus publicorum», y, volviendo a las instituciones romanas, trató de unir los elementos romanos a los elementos godos. Esfuerzo inútil; Teodorico no tuvo continuadores como no tuvo predecesores y, casi como un símbolo, queda su mausoleo que, aunque tienda con sus arcadas a ser romano, no es romano sino una mezcla de elementos romanos, orientales y bárbaros.

Si bien el polígono sobre el cual se levanta la construcción recuerda el Mausoleo de Diocleciano y el templo de Minerva Médica, debe notarse que, en general, los mausoleos romanos tenían planta circular y los baptisterios cristianos tenían planta poligonal; la unión de ambas en el mausoleo de Teodorico parece enlazar el fin de un mundo con el principio de otro, y el principio y el fin de la vida bajo una cúpula ciclópea, símbolo de la potencia divina.

La planta interior es en forma de cruz, forma romana, que deriva del trazado del «templum» etrusco, que se encuentra en los sepulcros romanos hasta la tumba de Gala Placidia, y que fué introducida por San Ambrosio en las iglesias cristianas. Pero, mientras la cúpula del mausoleo de Gala Placidia se levanta liviana sobre pechinas formadas por ánforas de terracota dispuestas alrededor y unidas con cal, en anillos que disminuyen de radio a medida que se acercan a la parte superior, la cúpula del mausoleo de Teodorico es monolítica, tiene 33 metros de circunferencia, un metro de espesor y pesa unas trescientas toneladas. Doce brazos rodean ese monolito dándole un extraño aspecto de corona bárbara; tal vez los doce brazos sirvieron para levantar y colocar como un sello la cúpula sobre la construcción terminada.

Este sello enorme, pétreo, trágico y pesado en la tumba del rey godo, se transforma en delicado, aéreo y luminoso entre el fulgor de los mosaicos y de las piedras preciosas en la Iglesia de San Vitale de Ravena, «purísima gloria del arte bizantino en Occidente, hermosa como un ensueño».

La bóveda de la Iglesia de San Vitale se apoya



Interior de Santa Sofía



Mausoleo de Teodorico

sobre ocho pilastras encerradas en la planta octogonal y de ella, mezcla de romano y bizantino, irradia el arte en Occidente. Fué construída entre el 527 y el 547; sigue, pues, cronológicamente al mausoleo de Teodorico y constituyó el modelo de la Capilla Palatina que Eginardo levantó en Aquisgrán por orden de Carlomagno con mármoles extraídos de los monumentos romanos; los tipos de capiteles y de arcos del prebisterio de la iglesia de San Vitale se encuentran cinco siglos después en las construcciones árabes, especialmente en el Salón de los Embajadores del Alcázar de Sevilla.

Casi contemporáneamente a la construcción de San Vitale, y precisamente entre el 532 y 537, Antemio de Tralles e Isidoro de Mileto levantan en Constantinopla la iglesia de Santa Sofía y resuelven el problema constructivo ya abordado un siglo antes en Ravena en el mausoleo de Gala Placidia: levantar una cúpula no sobre ocho pilastras, sino sobre cuatro pilastras.

Y lo resuelven tan brillantemente, uniendo las cuatro pilastras por cuatro arcos y empalmando los arcos y la cúpula por segmentos esféricos (pechinas), que la iglesia de Santa Sofía sirve de modelo.

Suben los tipos de construcciones bizantinas a lo largo del Adriático, corredor azul que a través de los siglos sirve de unión entre el Oriente exhuberante y la Europa que eternamente se renueva.

Como en la época de las terramaras y de las ciudades amuralladas, en un ritmo bimilenario, vuelven a encontrarse en la península itálica la corriente septentrional y la meridional. Saldrá de ese encuentro —como dos mil años antes— una nueva civilización, un *re-nacimiento*, gestado entre las nieblas del misticismo.

En Nola, ciudad de la Campania, Paulino inventa los instrumentos para hablar con Dios; y esos instrumentos —a los cuales, por el nombre de la región se les llamó «campanas»— harán oír sus voces en la tierra que cubre la romana grandiosidad. Roma había nacido al entrechocar de las espadas; la nueva civilización nace al tañir de la campana.

Lejos, en el Oriente, un pueblo cuya misión será la de «depositario» de la ciencia antigua emprende desde los desiertos de Arabia una marcha triunfal hacia la conquista del mundo. Se extiende desde China hasta los Pirineos en un empuje fantástico; sus ingenieros y sus arquitectos llenan la tierra de canales de riego, las ciudades de baños públicos, los patios de las casas de fuentes y de flores; sus hombres de ciencia esparcen los conocimientos que han adquirido, y sus poetas elevan un himno a la vida y a la belleza.

Y desde el Oriente, desde más allá de las sombras de la Edad Media, desde más allá de la hierática rigidez bizantina despojada de toda gracia corpórea y cerrada a toda expresión de afecto, llega hasta la Europa aun semibárbara el canto de Kisai, el «hombre del manto», el poeta que canta a la voluptuosidad de la vida, al amor y a las rosas:

«Tú que vendes rosas, ¿por qué las vendes por dinero? ¿Qué puedes comprar con el dinero más amable que las rosas?»

☆

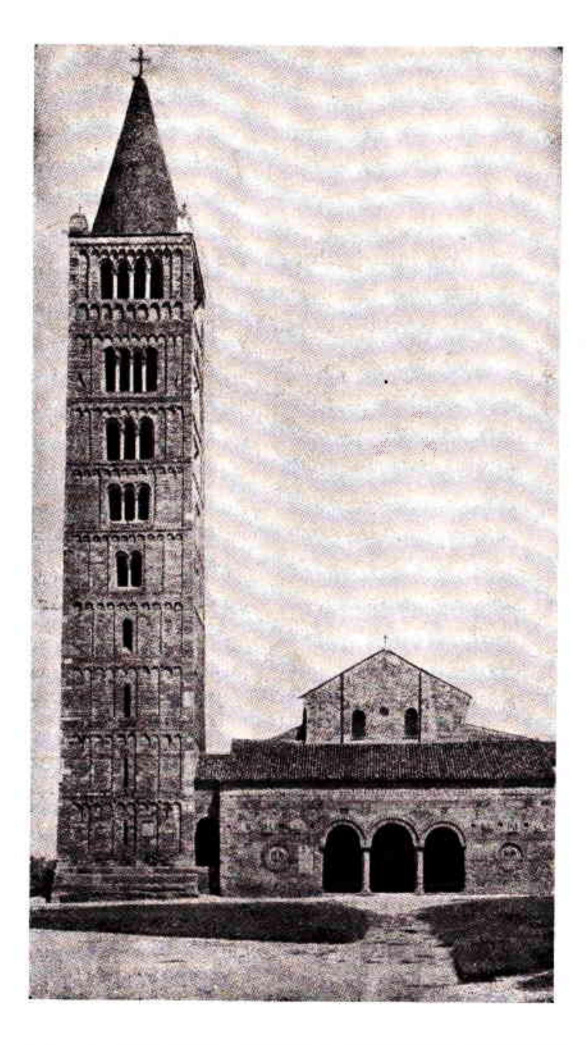
XII

La Edad Media. - Influencia nórdica, romana y oriental en las estructuras de la Edad Media. - Las torres

Las estructuras bizantinas tenían como principal característica o la reducción del espacio a una superficie para extender sobre ella lo lineal y lo cromático, o la exaltación del espacio en sensación de infinito por medio de colores y de luces fulgurantes: en cualquiera de los dos casos Bisancio disponía de la riqueza y del fasto asiático.

Pero la riqueza y el fasto asiático mal convenían a la antigua austeridad y a las rústicas comunas que renacían en el Occidente. El emperador Basilio había erigido Santa Sofía en Salónica, presentando la iglesia a Cristo «como novia adornada para la fiesta nupcial, embellecida con perlas finas, oro, esplendor de plata, mármoles de mil tonos cambiantes, mosáicos y tejidos de seda»; nada de esto podía ofrecer el pueblo de las comunas italianas, pero el recuerdo y el ejemplo de los antiguos monumentos hizo volver ese pueblo al típico realismo peninsular; y el realismo se manifestó por la necesidad de dar a las construcciones la ruda sensación de peso.

Para conseguir esto se emplearon las bóvedas a rincón de claustro, las nervaduras y los arcos, se substituyeron en las catedrales las cúpulas de base circular por cúpulas de base poligonal, se acentuaron las columnas transformándolas muchas veces en pilastras y se repitió contínua e insistentemente el subseguirse de llenos y vacíos. Fué creado así en Lombardía el tipo de estructura llamada románica



Tipo de estructura románica (Iglesia de Pomposa

que se esparció por toda Italia y que constituyó una expresión poderosa de estabilidad y de fuerza.

A ese tipo de cerrada y dramática potencia que en los edificios religiosos parece obligar al hombre a hincarse bajo el peso del poder divino, se contrapone el tipo de estructura que podríamos llamar nórdica, y que los italianos con palabra algo despectiva llamaron «gótica», —estructura cuyas formas esbeltas, unidas a los efectos de luz que inciden sobre los ángulos en cien modos diferentes, parecen invitar el espíritu a elevarse.

Es la nueva era de los dioses, a la cual seguirán —según la teoría de Vico— la de los héroes y la de los hombres. Y en esa era de misticismo cesa el predominio de las líneas horizontales que caracterizaba las construcciones de la Roma realista y positiva —puentes, acueductos, carreteras, túneles y canales— para dar lugar a las líneas verticales en los campanarios, en las agujas, en las torres y hasta en las mismas representaciones —escultóricas o pictóricas— de las figuras humanas y divinas.

Roma se aferraba a la tierra; la Edad Media tiende al cielo.

Es sabido que cualquiera sea el estilo, deben considerarse ante todo las formas principales y fundamentales de las masas, subordinando a éstas los detalles y la decoración; la decoración es el manto que cubre dejando entrever las formas del cuerpo.

Las formas fundamentales derivaban en el gótico de las figuras más simples de geometría, entre las cuales el proyectista elegía aquéllas cuyas combinaciones explicaban mejor la idea simbólica que deseaba aplicar a su obra. Las figuras geométricas, generalmente polígonos, se superponían diagonalmente, inscriptas o circunscriptas, y de esta disposición resultaban puntos que en su conjunto daban la forma fundamental de la planta, a la cual se subordinaba después de la elevación.

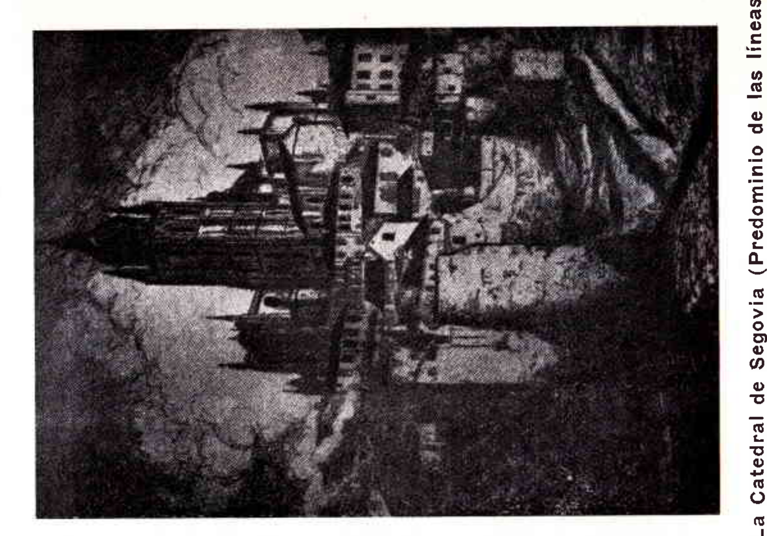
Es sabido que entre la planta y la elevación debe existir una relación estrecha porque cada elemento de la primera tiene su correspondiente en la segunda; sólo la manera de presentarse es diferente.

La forma fundamental de la planta, deducida del triángulo, del cuadrado o de cualquier otro polígono, debía reproducirse en todas las distintas partes de la obra. La armonía de los monumentos de la arquitectura gótica es debida en gran parte a la aplicación de este principio. El lado y la diagonal de cuadrado y la diagonal del cubo construído sobre el mismo cuadrado daban las unidades de medida para las proporciones de altura; estas medidas se multiplicaban en relación al número de polígonos empleados en la construcción de la forma fundamental de la planta. Los polígonos fundamentales más usados eran el cuadrado y el triángulo; del primero se deducía la progresión geométrica 2, 4, 8, 16, del segundo se deducía la progresión aritmética 3, 6, 9, 12.

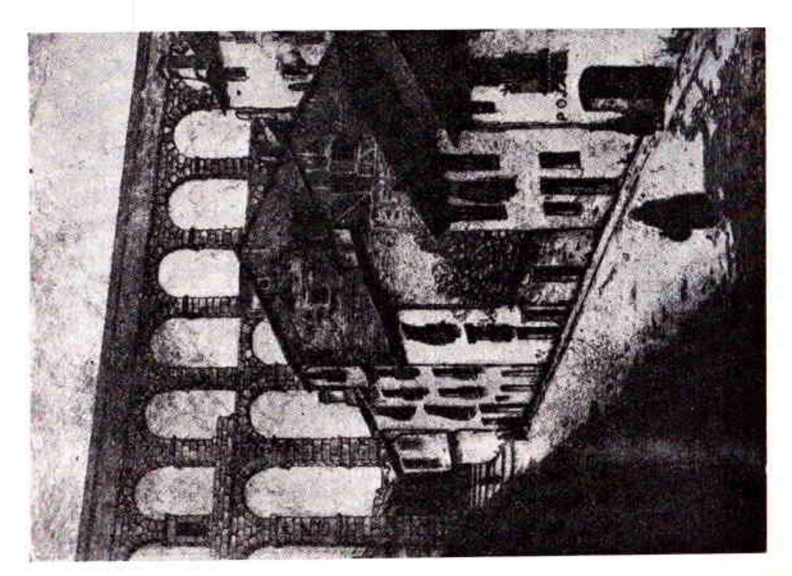
Las ornamentaciones se disponían sobre los mismos elementos geométricos que habían servido para el trazado de la planta, de modo que las fuentes principales eran la geometría y la naturaleza, y la unión juiciosa de ambas daba como resultado un estilo que, por el campo que ofrece a la imaginación, se presta a aquellos conceptos fantásticos que despiertan los sentimientos de admiración, de grandiosidad y de sorpresa que se experimenta a la vista de un edificio gótico.

La Geometría lleva al misticismo: «Dios geometriza» decía Platón, y en la era de los dioses las construcciones elevadas por los hombres tienen como fundamento las figuras geométricas. Ya hemos visto este principio en las Pirámides y volvemos a verlo en la Edad Media en que todas las formas constructivas eran sometidas a leyes y figuras geométricas, las cuales, por más complicadas que fuesen, siempre podían ser reducidas a otras más simples, y, viceversa, por simples que fuesen, siempre podían ser combinadas en modo de obtener formas complicadas.

Un ejemplo de estas transformaciones lo ofrece la Naturaleza en los cristales, donde los poliedros compuestos pueden reducirse a las formas simples, las que, recíprocamente, por cortes o por combinaciones pasan a formas más complicadas. En el gótico se pasaba del triángulo al exágono, al dodecá-



La Catedral de Segovia (Predominio de las líneas verticales)



Acueducto romano de Segovia (De un Aguafuerte de J. Prieto). Predominio de la línea horizontal

gono, etc. y del cubo al octaedro; las agujas y obeliscos sobre las torres y campanarios muestran el ejemplo de pasaje del prisma a la pirámide.

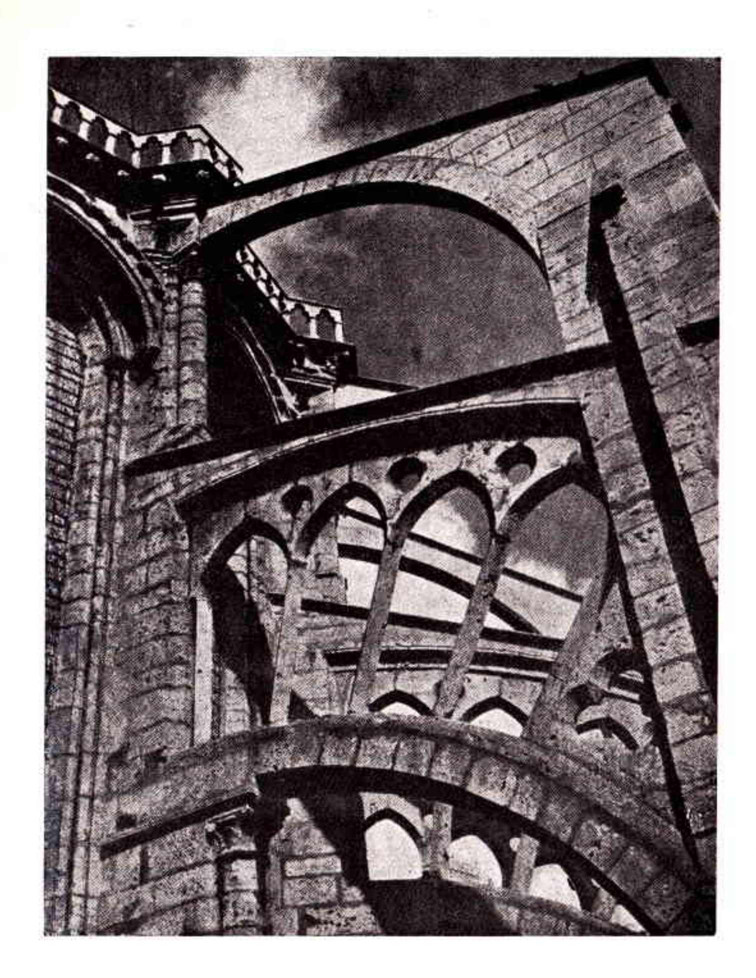
En 1835 Metzger publicó una obra muy interesante titulada: «Reglas de la formación de plantas y minerales aplicadas a la arquitectura gótica», de la cual se deduce que los antiguos maestros se han inspirado en la naturaleza, fecundando y vivificando las formas que ya había dado la geometría y creando así aquellos conceptos sublimes que merecen nuestra admiración y nuestra meditación, porque han sabido encontrar en las figuras geométricas los emblemas que rememoran a los iniciados lo que hay de grandioso en la Naturaleza.

Así el círculo era el símbolo del Universo y de la potencia divina, el triángulo equilátero era el de la Trinidad y de la perfección: el cuadrado, el de la Tierra y de la Naturaleza: el pentágono, el de la salud y de la felicidad, el eptágono correspondía a los siete planetas, a los siete días de la semana, etc.

Los coros de las iglesias —siguiendo estos principios— estaban orientados hacia el Este y las plantas tenían forma de cruz, formadas por cuadrados fundamentales, desarrollo de un exaedro: el desarrollo de cinco caras daba la cruz griega; el de las seis caras, la cruz latina. Se comprende que estas reglas se referían a las construcciones religiosas; para las no religiosas, las plantas eran generalmente rectangulares, sin proporciones determinadas, y las aberturas no eran siempre ojivales; al contrario, predominaba el dintel.

Porque en las construcciones góticas las aberturas adquirían una variedad de formas que difícilmente se encuentra en cualquier otro estilo, ya que en ellas existe el dintel, el arco rebajado, el de medio punto, el peraltado, el entrelazado, etc.

El ojival rebajado, muy empleado en Inglaterra no es debido al capricho, sino a la necesidad, porque el precio de la madera en Inglaterra no permitía construir techos muy elevados. Como la pendiente debía ser pequeña por economía, se substituyó a los grandes techos una serie de otros menores y de esta disposición derivaron los muros almenados



Sinfonía de ojivas

porque las almenas servían para esconder o, si se quiere, disimular la pequeñez de los techos; la falta de elevación de éstos hubiera hecho parecer truncos los edificios y las torres si no se hubiese recurrido a las almenas.

La poca pendiente del techo traía como consecuencia la menor altura de las bóvedas en la construcciones inglesas y, por consiguiente, el uso del arco rebajado. Pero el «arco perfecto» era siempre el que tenía como base el triángulo equilátero, es decir el formado por arcos de circunferencia de 60º de abertura.

Una característica de la estructura gótica —y esto constituye una particularidad que la diferencia fundamentalmente de la románica o lombarda— es la exigüidad del diámetro de las columnas; por eso era necesario utilizar materiales resistentes. En una capilla de la iglesia de Santa María en Lübeck existen para sostén de la bóveda dos pilones monolíticos de granito de un diámetro muy pequeño y de 9 metros de altura.

El sistema más simple para trazar la planta de una columna consistía en dibujar el cuadrado de base, las diagonales y la circunferencia inscripta: el radio en la base de la columna debía ser igual a la distancia del centro al punto en que la recta, trazada desde los puntos en que la circunferencia inscripta intersecta las diagonales, corta a las medianas. Por consiguiente la relación entre el diámetro de la columna y el lado del cuadrado de base resultaba igual a $\frac{\sqrt{2}}{2}$.

Cuando quería substituirse un pilar cuadrado por una columna de igual sección, los maestros de obra hallaban gráficamente el círculo equivalente al cuadrado dividiendo la diagonal de éste en 10 partes y tomando para el diámetro del círculo equivalente 8 de ellas; puede demostrarse que el error cometido es menor de veintisiete diezmilésimos.



El "Arco Perfecto" (Ruinas del castillo de Hastings)

Los operarios de una construcción (baumeister — en alemán; maestri dí murare — en italiano) se reunían en corporación con sus jefes y sus estatutos; para pertenecer a la corporación era necesario haber demostrado la capacidad y los conocimientos ejecutando un modelo en pequeño, o un estudio en tamaño natural, o algún detalle constructivo. Las reglas de la construcción eran conocidas sólo por los iniciados y eran transmitidas por éstos —y sólo verbalmente— a los hijos o a los discípulos. De ahí la costumbre que los hijos siguieran generalmente el mismo oficio que el padre, formando así verdaderas «dinastías» de maestros de obra.

He aquí, como curiosidad, unos modelos ejecutados por maestros de obra de Nüremberg para ser admitidos en la corporación:

1) Modelo en alabastro de Volterra para un coro de iglesia, construído sobre el octógono.
2) Modelo en el mismo material del arranque de una bóveda de arista con la construcción de un arco ojival y de dos arcos de bóveda.
3) Modelo en el mismo material del arranque de una bóveda sobre planta cuadrada con dos arcos simples y dos arcos dobles.

La clase y calidad de los materiales disponibles ejercía una gran influencia en las formas arquitectónicas, las que eran modificadas según se utilizara piedra, ladrillo o madera; la elección de los materiales dependía de la localidad donde se construía, pero, como se comprenderá, el material más común era el ladrillo, no sólo porque abundaba en cualquien parte, sino porque la mampostería de ladrillos se prestaba más, por la combinación de sus elementos, a las formas más variadas. Para los techos se usaban tejas esmaltadas de varios colores como en la catedral de Viena, o coberturas metálicas; estas últimas se prestaban más a la decoración, especialmente si eran doradas; ejemplo de ello es una de las torres de la iglesia de San Lorenzo en Nüremberg.

Los templos primitivos no tenían torres, la falta de torres quita a las ciudades el aspecto pintoresco que es característico de las antiguas ciudades del

Medio Evo, desde las cuales —testimonio de la fe, de las libertades comunales y del genio constructivo— se levantaban las torres románicas o góticas en número tan grande como variado.

Las iglesias anteriores al estilo gótico tenían en Alemania cuatro torres; son ejemplos de ello las catedrales de Worms, Spira y Bamberg: la catedral de Maguncia tiene seis torres; las iglesias de Rusia, cuyo estilo deriva del bizantino, tienen cinco o siete torres, en el Kremlin hay diez y seis torres; la catedral de Milán tiene una aguja central.

En Italia las torres son aisladas, en Alemania y en Francia están dispuestas simétricamente en la fachada principal o en las fachadas laterales (catedral de Viena). Hay casos, como en la catedral de Auspach, en la de Constanza y en la iglesia de San Severo en Erfurt, en que hay tres torres en la fachada.

La forma principal y fundamental es generalmente el cuadrado; la forma circular pasó de Armenia a Ravena, de Ravena al románico y de éste al gótico.

En las construcciones militares hay a veces un tipo de torre en que la parte superior es mayor de la inferior; un ejemplo de esto se encuentra en las torres construídas en las fronteras del antiguo territorio de la ciudad libre de Frankfurt s/ Mein. La torre cuadrada del Ayuntamiento de Danzing tiene desde la mitad de su altura cuatro torres octógonas que se unen al cuerpo de la central.

Se conseguían en las construcciones góticas alturas prodigiosas con un gasto mínimo de material; la aguja de la iglesia de Santa Elisabeth en Marburg, por ejemplo, tiene 32 metros de altura y un espesor de 0,16 m.; la altura de la torre de la catedral de Friburgo, considerada por algunos como la más hermosa del mundo, tiene 112 metros; la de la catedral de Estrasburgo es de 142 m., con una base cuadrada de 15,40 m. de lado; y las torres de la catedral de Colonia son altas 147,60 m.

El lado del cuadrado fundamental de base equivalía generalmente a la mitad de la altura de la aguja y a un décimo de la altura total. Ese mismo

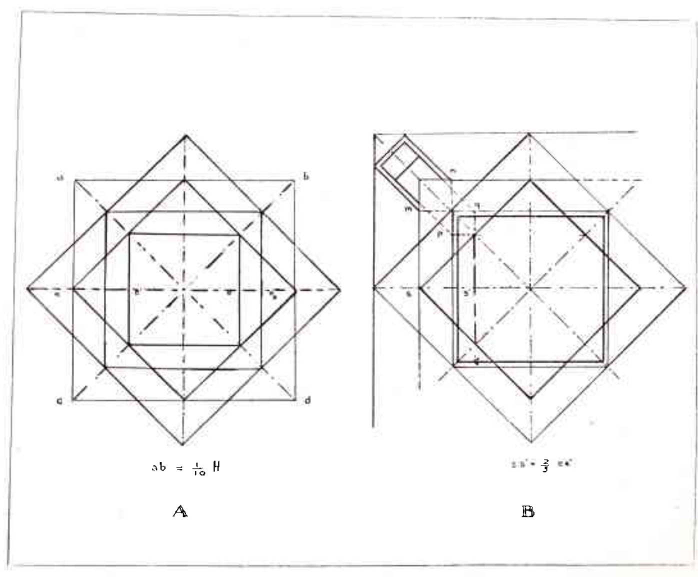
cuadrado fundamental servía para hallar gráficamente el espesor de los muros en la base y en la parte superior.

Para calcular ese espesor se trazaban las diagonales del cuadrado de base, y se superponía a éste otro cuadrado igual, de modo que se obtenía un polígono estrellado de ocho puntas. La intersección de las diagonales del primer cuadrado con los lados del segundo daba cuatro puntos, uniendo los cuales se obtenía un tercer cuadrado; se construía un cuarto cuadrado igual al tercero y superpuesto a éste del mismo modo que el segundo al primero, de modo que se obtenía un segundo polígono estrellado de ocho puntas; se continuaba así con el mismo procedimiento hasta obtener seis cuadrados dos a dos iguales, tres de los cuales resultaban superpuestos a los otros tres. El espesor del muro en la base debía ser igual a la distancia *e e'* entre el lado del primer cuadrado y el lado del quinto; el espesor en la parte superior (igual a la de las caras de la aguja) debía ser igual a la distancia e_1 e_2 entre los lados del tercero y el quinto cuadrado. En caso que la torre no fuese muy elevada, el espesor de los muros en la base de la misma era de una vez y media la distancia *e e'* entre el primero y el tercer cuadrado.

La construcción gráfica antedicha —utilizada cuando la torre no tenía contrafuertes— daba un espesor de muros en la base igual a la cuarta parte del lado de la misma base; o, si se quiere, la distancia del paramento interno del muro al centro era igual al espesor del muro. Si se trazaba, pues. una mediana de la base, la relación entre la parte que esa mediana cubría de muro y su longitud total era exactamente de 1 a 2. Si la torre tenía contrafuertes, como las de Colonia, Frankfurt, Estrasburgo, etc., la relación era mayor; en las citadas era de 1 a 3; en la de Friburgo, de 1 a 4 La dimensión de los contrafuertes se obtenía también gráficamente; para esto se prolongaban los lados del tercer cuadrado hasta el encuentro con los lados del primero en *m* y *n*; se trazaban por los puntos así hallados las paralelas a las diagonales y se limitaban estas paralelas hasta otro cuadrado exterior



Catedral de Milán



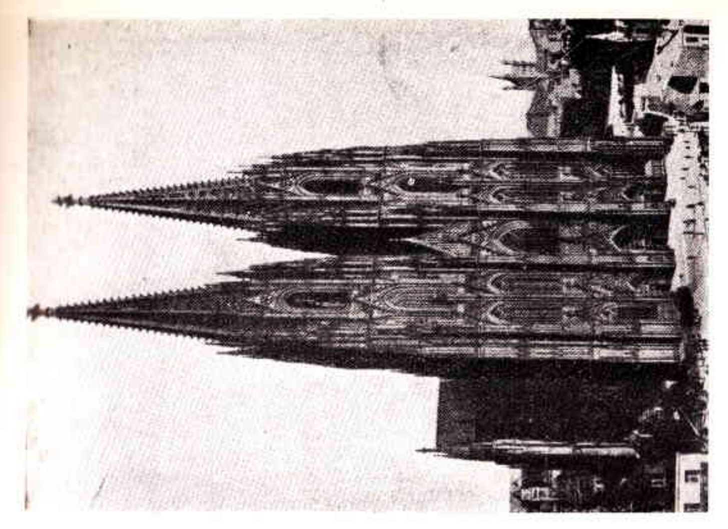
a) Espesor de muros en una torre sin contrafuertes. b) Espesor de los contrafuertes y de los muros de una torre con contrafuertes

construído con los lados paralelos al primero y trazados por los vértices del segundo.

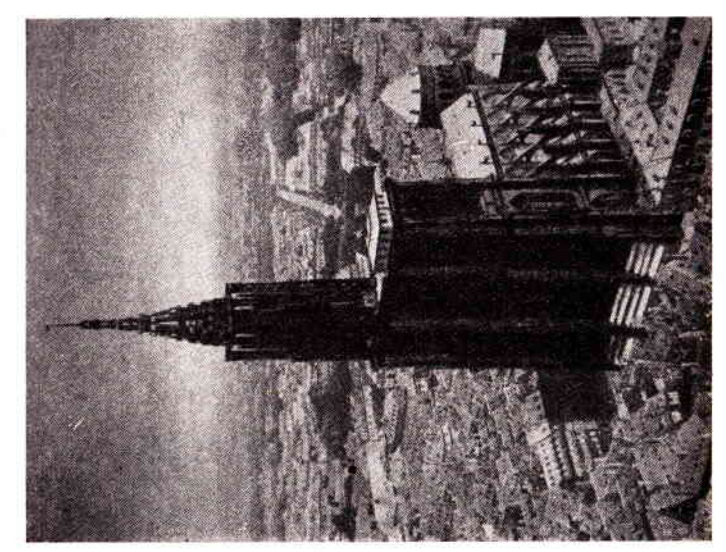
La regla empírica era que el contrafuerte debía tener un espesor igual a los 2/3 del espesor del muro, siempre que los contrafuertes no fuesen decorados; en caso contrario, ese espesor debía ser los 25/30 del muro, y debían sobresalir una vez y media dicho espesor. Esta regla empírica se cumple estrictamente en la catedral de Ratisbona y en algunas otras, pero no en todas; en el cuadro siguiente se han indicado los espesores de los contrafuertes de las torres de cuatro catedrales en función del espesor del muro *e*:

Catedrales	*Contrafuertes*	
	espesor	*salientes*
Ratisbona	$\frac{2e}{3}$	$\frac{3e}{2}$
Colonia	$\frac{2e}{3}$	e
Friburgo	$\frac{3e}{4}$	$\frac{4e}{9}$
Estrasburgo	$\frac{3e}{4}$	e

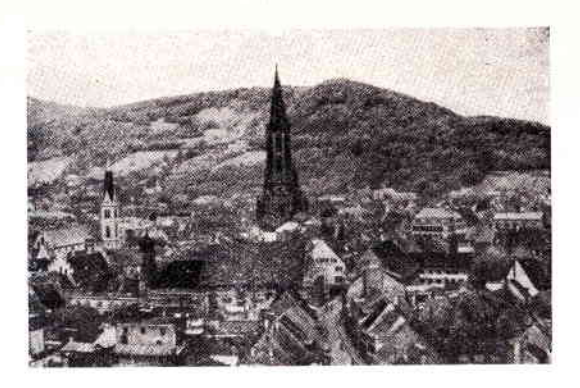
En un antiguo manuscrito se dan las reglas para el espesor de los muros de las torres, de los contrafuertes y de las paredes del coro, que —según el manuscrito— es el punto de partida. No citaremos todas las reglas porque saldríamos del tema, pero es interesante comparar las medidas dadas por el manuscrito, halladas gráficamente, con las que arroja el cálculo; ambas para un coro de 20 pies de ancho entre paredes (6,278 m.).



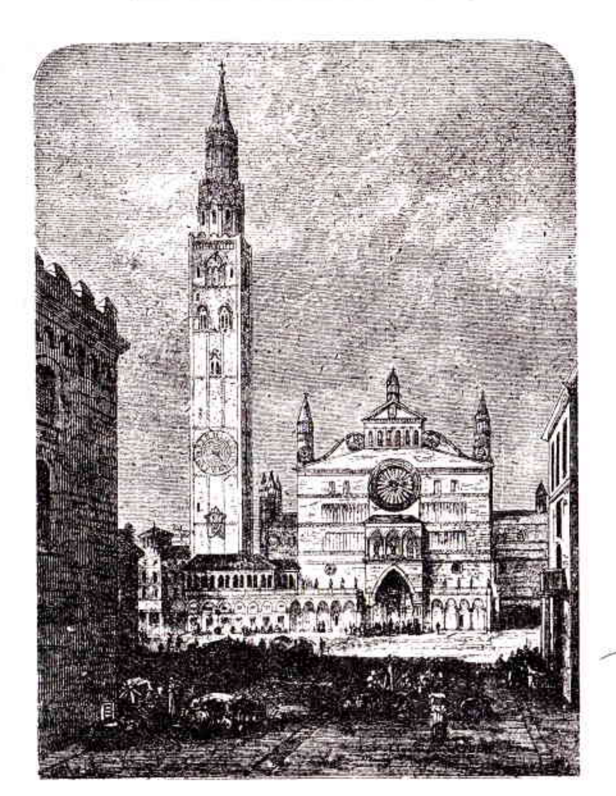
Las torres de la Catedral de Colonia



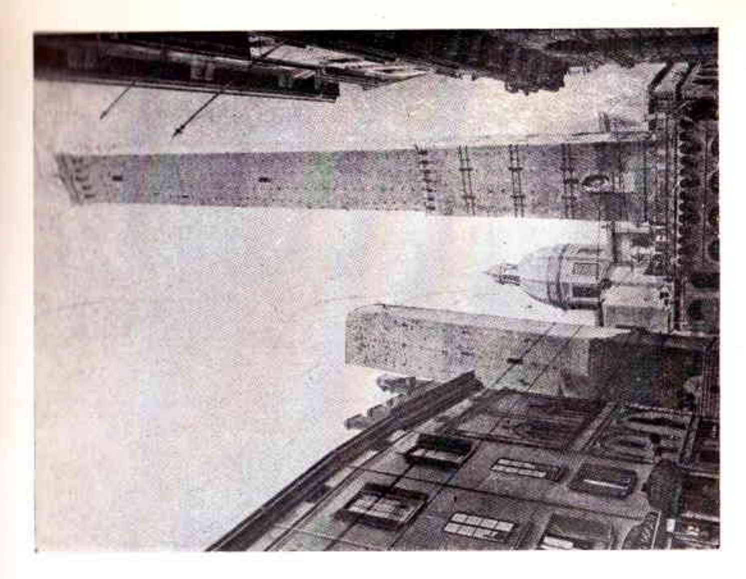
La torre de la catedral de Estrasburgo



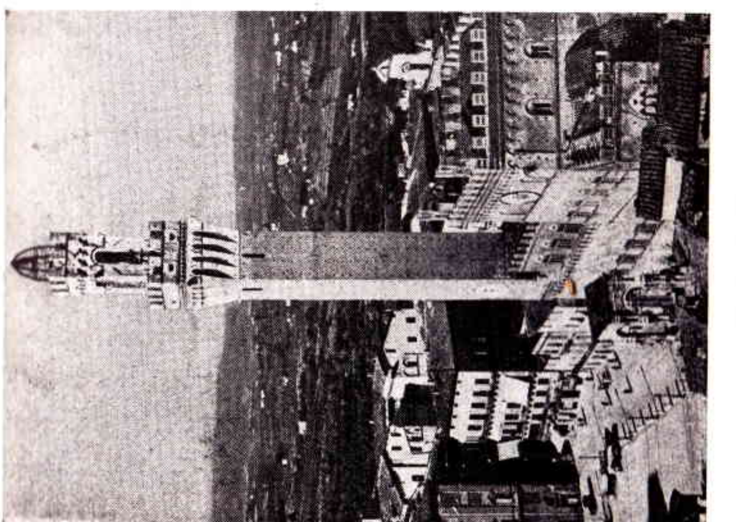
La torre de la catedral de Friburgo



La Torre de Cremona



Las Torres inclinadas de Bolonia



La Torre de Siena

	manus-crito	*cálculo*	*dife-rencia*
espesor de los contrafuertes	0 785 m.	0,850 m.	0,075 m.
espesor de los muros	0,6278 »	0,6507 »	0,0229 »
saliente de los contrafuertes	1,177 »	1,200 »	0,023 »
distancia de los contrafuertes	2,219 »	2,266 »	0,047 »
espesor de los pie-derechos	0,460 »	0 453 »	0,007 »

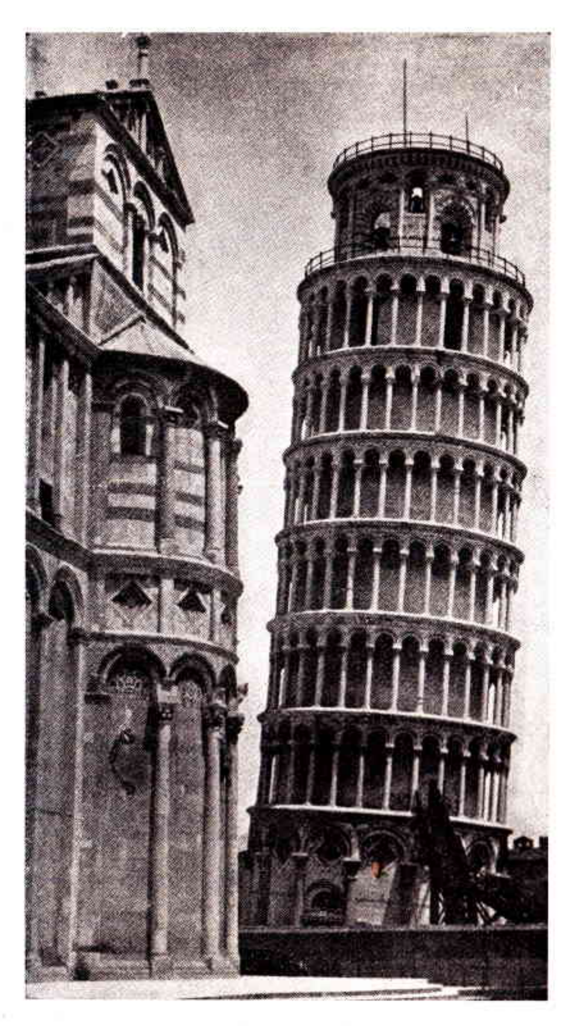
Las torres románicas eran, en general, menos esbeltas, más «macizas» que las góticas; si se exceptúan la torre de Cremona (el «Torrazzo») de 120 m. y la del Palacio Municipal de Siena («Torre del Mangia») de 101 m. que, en rigor, no pueden llamarse románicas, difícilmente alcanzan a los 100 m. de altura.

Las estructuras románicas no siempre se conservaron «puras», porque sufrieron el influjo gótico u oriental; y el influjo gótico llegó a ser tan grande que la catedral de Milán —es decir de la capital de Lombardía, cuna del románico— es gótica.

La catedral de Pisa, en cambio, con el Baptisterio y la famosa torre inclinada siente el influjo oriental debido al intercambio de Pisa, ciudad marítima, con el Oriente.

En 1174 Bonanno Pisano comenzó la construcción del «campanile»; es sabido que la obra fué proyectada y comenzada a construir verticalmente, pero al alcanzar una altura de 11 metros, la filtración de aguas subterráneas hizo ceder el terreno y la obra se inclinó. Bonanno continuó el trabajo a pesar de la inclinación, ya que desde el principio del siglo XII y, por consiguiente, con anterioridad a la construcción del «campanile», se había tenido el ejemplo de otras dos torres inclinadas, una de 106 m. de altura, levantada en el año 1096 por Gherardo Asinelli, y la otra mucho más inclinada y más baja, construída en el 1110 por Filippo y Oddo Garisendi, ambas en Bolonia —la «ciudad sabia»—.

La obra del «campanile» se suspendió al llegar a



La Torre de Pisa

la cuarta cornisa; 60 años después, en 1234, se reiniciaron los trabajos bajo la dirección de Guillermo de Innsbruck y Juan Pisano, siguiéndolos hasta la séptima cornisa, y en 1350 —casi dos siglos después de haber comenzado las obras— Andrés Pisano agregó la celda campanaria que corona la torre a una altura de 57 m., y a la cual se accede por una escalera de 330 escalones.

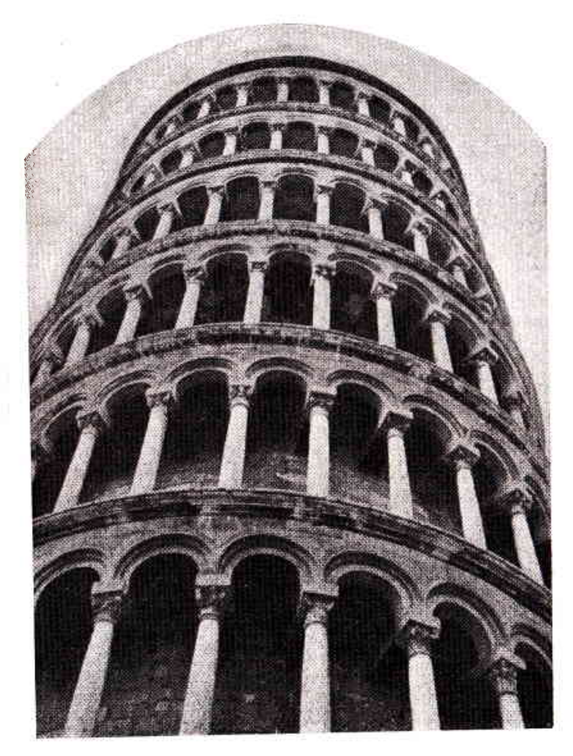
La inclinación de la torre es tal que su eje forma con la vertical un ángulo de 6º aproximadamente, lo que implica que un cuerpo que cae desde el borde de la terraza llega al suelo a cinco metros de distancia de la base. Es sabido que esta desviación sirvió a Galileo para efectuar sus experimentos sobre la caída de los cuerpos a fin de hallar las leyes que la rigen.

Como se comprenderá, todos los constructores cuidaron los peligros derivados de la inclinación, la que, a partir del principio del siglo XIX, fué atentamente medida y controlada. Se pudo comprobar así que la séptima cornisa se inclinaba, en media, de un milímetro por año; parecería que deberían pasar siglos —unos 70 siglos— antes que la torre llegara a una inclinación tal que sobreviniera el derrumbe, pero la experiencia y las observaciones demuestran que en estos casos la variación no es uniforme sino que, llegada a un cierto punto, aumenta rápidamente.

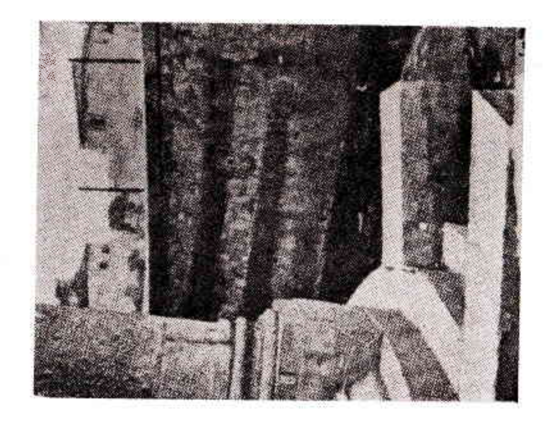
En 1927 fué nombrada una Comisión Técnica, la cual, después de un minucioso estudio, aconsejó reforzar algunas columnas, desecar las fundaciones e inyectar cemento. Se puso en práctica lo aconsejado por la Comisión y, reforzadas las columnas y desecadas las fundaciones con una bomba eléctrica, 932.000 kg. de cemento, inyectados en el anillo de fundación a través de 361 orificios practicados a propósito, fueron suficientes para consolidar la torre y asegurar su estabilidad.

Los sismógrafos y un inclinómetro a péndulo, fabricado especialmente, indican las variaciones que experimenta la torre, la que —como todas las construcciones de cierta altura— oscila contínuamente.

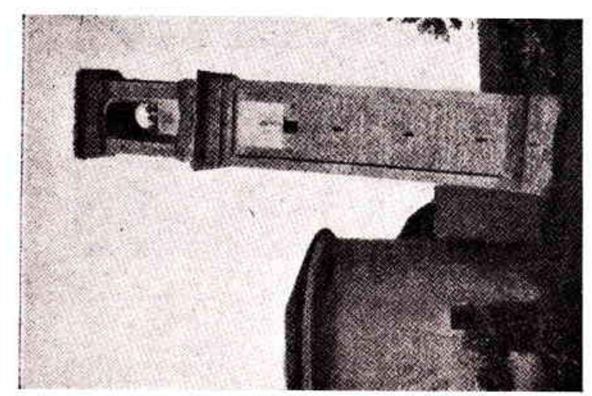
Así, por ejemplo, en setiembre de 1934 se enderezó de casi un milímetro de Norte a Sur; desde



La Torre de Pisa vista desde la parte inferior



La base de la Torre de Pisa. Nótese la inclinación de la columna y el agua de filtración



Torre inclinada de San Roque

setiembre de 1934 hasta febrero de 1935 volvió a inclinarse hacia el Sur de otro milímetro, y a fines de abril del mismo año el eje había caído hacia el Este de otro milímetro más. Empero estos movimientos no afectan la estabilidad de la construcción, ya que en los edificios elevados las oscilaciones llegan a ser del orden de centímetros. El peligro conjurado consistía en la caída lenta y contínua hacia el Norte, o sea en la dirección en que está inclinada la torre.

Y conviene citar también otra torre inclinada, la de San Roque —cerca de Guastalla, a unos 60 km. de Bolonia— cuyo eje forma con la vertical un ángulo de 2º 30', es decir casi igual al que forma el eje de la «Torre degli Asinelli». Pero, aunque el ángulo fuera igual al de la Garisenda o al de la Torre de Pisa, o sea de unos 6º, podría asegurarse que no se nombraría ninguna Comisión técnica para su conservación, porque frente a las grandes torres de Pisa y de Bolonia, la de San Roque es mucho más modesta, y por eso casi desconocida.

Pero si la Comisión Técnica nombrada en 1927 pudo conjurar el peligro que amenazaba el «campanile» de Pisa, no sucedió la mismo con otro «campanile» no menos célebre: el de San Marcos, en Venecia.

Esta torre fué comenzada a construir en el 888 cuando aun no había aparecido el gótico para unirse en Venecia armoniosamente con las estructuras lombardas y bizantinas. El «campanile» nació lombardo (o románico) y parece que desde su nacimiento fuera predestinado a ser objeto de la cólera divina, porque ha sido la víctima elegida de rayos, incendios y terremotos. El campanario termina en cúspide; sobre ella un ángel dorado, vuelto a hacer en 1822 a semejanza del colocado en 1513, gira según el viento y dirige sus miradas de reflejos de oro hacia la tierra firme y hacia el mar, como si aun esperara las galeras que llevaban atadas en sus proas las banderas arrancadas a los navíos vencidos.

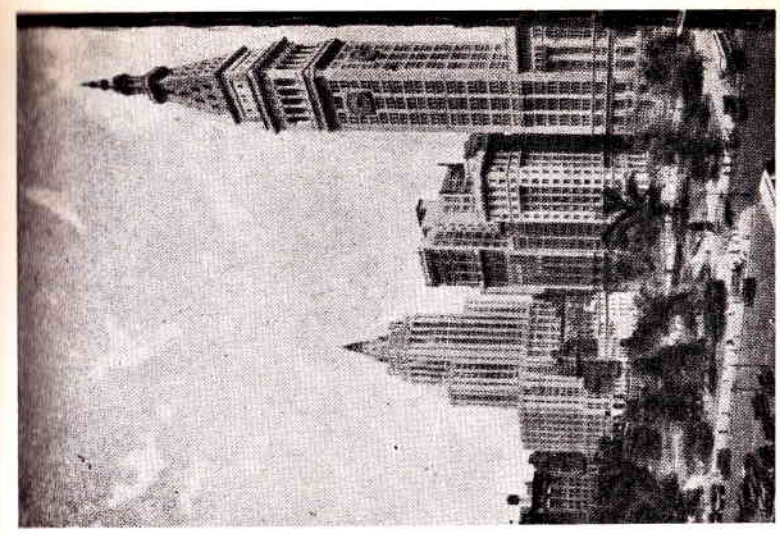
Desde lo alto del «campanile» de San Marcos los vigías anunciaban la llegada de las galeras vic-

toriosas: las seis grandes campanas: la «Marangona», la «Nona», la «Pregadi», la «Trottiera», la «Renghiera» y el «Campanón de Candia» eran lanzadas al vuelo y comenzaban su coro poderoso al cual respondían todos los otros campanarios de las ciento cincuenta islas, mientras las galeras avanzaban majestuosas entre centenares de embarcaciones, de «bissonas» y de góndolas adornadas de sedas, de terciopelo y de flores.

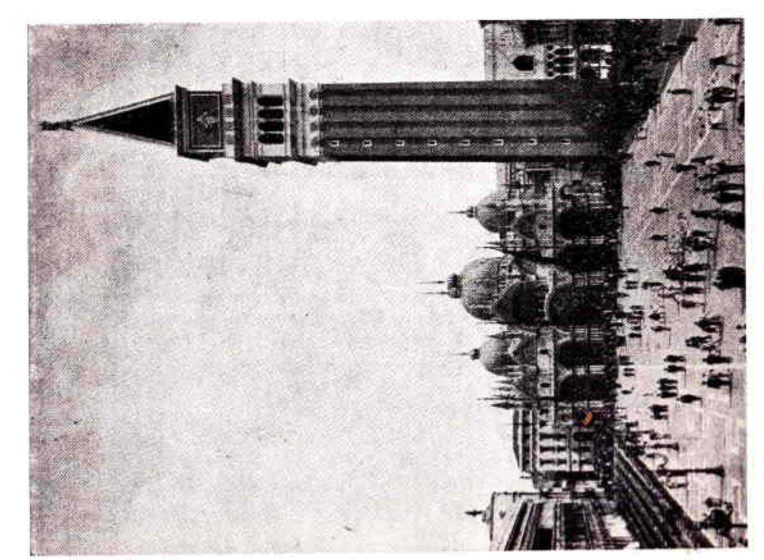
Sobre la muchedumbre que llenaba los muelles flameaban al sol, desde las tres antenas rojas, los rojos estandartes de San Marcos, y de la marmórea «Escalinata de los Gigantes», prodigio de belleza, así llamada por las dos estatuas colosales de Neptuno y de Marte —símbolos de la potencia terrestre y marítima de Venecia—, bajaba la más brillante procesión que pueda imaginarse. Eran el Serenísimo Dux, el Consejo de los Diez, el Senado en pleno, cubiertos de espléndidas vestiduras, de encajes, de piedras preciosas, que se dirigían al encuentro de los héroes, entre el coro solemne de las mil campanas que se expandía en el aire, en la laguna y en el mar.

Han pasado 10 siglos desde que se comenzó la construcción del «campanile»; la «Loggetta» edificada en su base en el lado Este por Sansovino en 1540, rodeada de una elegante balaustrada de mármol, cubierta de soberbios bajorrelieves que representan a Venecia sobre dos leones, a Júpiter, símbolo de Creta, y a Venus, símbolo de Chipre, cerrada por la estupenda reja de bronce cincelada por Gai, ya no sirve como antes para que residieran en ella los tres «Procuradores de San Marcos» quienes, por turno, mandaban el grupo de obreros del «Arzaná» que montaban la guardia en el Palacio Ducal durante las sesiones del Gran Consejo. Los tiempos han cambiado, corre el año 1902 y la «Loggetta» de Sansovino sirve para la extracción semanal de la lotería. Esto no es glorioso, pero es muy útil en los tiempos modernos durante los cuales también se levantan altas construcciones y se toma como modelo el «campanile», pero no para hablar con Dios por medio del coro grandioso de las campanas, sino para utilizarlos como edificios para renta.

Esto podría parecer irrespetuoso, sin embargo en



Edificio de renta derivado del "Campanile"



El "Campanile" de San Marcos

la época moderna, tampoco la divinidad respeta las grandes obras: un rayo cayó sobre el «campanile» en el año 1745; aun vivía la Serenísima República, y la Serenísima República hizo reparar la fisura producida por el rayo de acuerdo a los consejos de dos ingenieros; Poleni y Zendrini.

Pasaron cerca de 150 años; en la «Loggetta» se notaba un poco de humedad y los Ingenieros de la «Oficina de Conservación de Monumentos» hicieron quitar una piedra, una sola piedra, de la base y la substituyeron por otra. Para este trabajo había sido necesario abrir una pequeña abertura, y esto fué suficiente para que reapareciera la fisura antigua, la que subió rápidamente por el muro de la torre a lo largo de las ventanas.

Un señor desconocido, sin títulos universitarios pero un gran hombre de estudio, el señor Vendrasco, dió la voz de alarma y pronosticó la caída de la torre; los Ingenieros de la «Oficina de Conservación de Monumentos» sonrieron compasivamente y aseguraron que no había ningún peligro. La población se tranquilizó ante la palabra «técnica», pero la torre no hizo caso a los Ingenieros, y el 14 de julio de 1902, a las 9 horas y 53 minutos, cayó con un estruendo formidable, llenando la Plaza de San Marcos con sus escombros y sin causar ninguna víctima. Un periódico de la época transcribía la frase de un gondolero quien exclamó ante las ruinas del monumento: «¡Hasta en el morir ha sido un caballero!».

«Entre los escombros —continúa el periódico— asoma una campana, la «Trottiera», algunos pedazos de los estupendos bajorrelieves de la «Loggetta», algún fragmento de bronce. La cubertura de la cúspide del campanario, que era de láminas de hierro pintadas de verde, fué arrojada lejos; y el ángel de oro cayó en el centro de la puerta de la Basílica sin dañarla, pero dañando mucho a sí mismo, ¡pobre ángel! Ahora descansa a los pies de la tumba del Dux Andrés Dándolo, en el Baptisterio del templo».

El ángel primitivo había sido colocado sobre la torre, a 100 metros de altura, el 6 de julio de 1513, y Marín Sanudo citó el acontecimiento escribiendo



Los escombros del "Campanile" en la Plaza San Marcos



Un ala del ángel entre los escombros



La campana supérstite



Las excavaciones en la base: A) Fundaciones; B) Restos de un antiguo pavimento; C) Restos de un pavimento más antiguo; D) Muro de fundación del antiguo hospital demolido

en sus «Diarii»: «In questo zorno in la Piazza de « San Marcho fo levato l'ánzolo indorato suso, con « trombe e píferi a le hore 20 et fo batuto vin e « latte zuso, in segno d'allegrezza, cho prego Idio sia « posto in hora bona et augumento de questa repub- « blica».

Desde su altura el «ánzolo indorato» había asistido a todos los sucesos de la República como buen ángel protector; y cayó «sin dañar a nadie, pero deñando mucho a sí mismo».

Todos pueden equivocarse; también los ingenieros. Solamente el tonto —dice Pietro Verri— cree que nunca fué tonto en toda su vida. La dificultad consiste en saber reparar el error y no caer nuevamente en él: y ahí están los ingenieros prontos a reconstruir el «campanile» *como era y donde estaba.*

La base del antiguo monumento se componía de una planchada de madera que, descansando sobre pilotes, estaba destinada a sostener las fundaciones. Después de consolidar la base, el 25 de abril de 1903 —día de San Marcos y 9 meses después del derrumbe— fué colocada la primera piedra de la nueva construcción y comenzó el trabajo de benedictinos para recomponer la «Loggetta».

Se enderezó la reja de bronce, a pesar de lo dificultoso del trabajo: se restauraron las estatuas y, para dar idea de lo que esto significaba, baste decir que la Virgen de Sansovino se había roto en 1.600 pedazos, dispersos entre los escombros; pues bien, se reunieron los 1.600 pedazos y se reconstruyó la estatua.

En octubre de 1908 estaba terminada toda la parte llena de los muros hasta una altura de 49,52 m.; en junio de 1910 se colocaron de nuevo las campanas, y el 25 de abril de 1912 —día de San Marcos y exactamente nueve años después de haber sido colocada la primera piedra— volvieron a ser lanzadas al vuelo las grandes campanas y unieron sus voces poderosas al coro argentino de millares de niños que cantaban en la Plaza de San Marcos, llena de mármoles, de oro y de sol.

Era la primavera; bandadas de palomas revoloteaban en el aire luminoso y, desde lo alto de la torre, el ángel volvió a mirar hacia la lejanía con sus ojos de reflejos de oro, como si aun esperara las galeras que volvían victoriosas de los mares del Levante.

☆

XIII

La ingeniería precolombiana en América

Parecerá extraño que entre Kubilai y los Incas pudiera haber alguna relación; sin embargo, en 1823 un sabio inglés, Ranking, escribió una obra con el título: «Investigaciones históricas sobre la conquista del Perú», en la cual demuestra que Manku Qhápaq era un hijo de un nieto de Gengis Khan. Y como, por otra parte, a Gengis Khan sucedió su hijo Oktai, y a éste sucedió Gaiuk quien tuvo tres hijos: Hulagú, Mankú y Kubilai, resulta evidente —según Ranking— el parentesco entre Kubilai y Manku Qhápaq.

En «Vistas de la Cordillera y Monumentos de los Pueblos Indígenas de América», Humboldt hacía notar que, «es sorprendente encontrar al final del siglo XV, en un mundo que llamamos nuevo, las instituciones antiguas; las ideas religiosas y las formas de edificios que en Asia parecen remontarse a la aurora de la civilización. La comunicación entre los dos mundos está demostrada de modo indudable por las cosmogonias, por los geroglíficos, por los monumentos y por las instituciones de los pueblos de Asia y América».

Es sabido que la leyenda narra que de las «grutas de la Aurora» en Pacaritampu —donde se usaba el asfalto como cemento— salieron los cuatro hermanos Ayar con sus cuatro esposas para encaminarse hacia la región donde los «hombres gigantes», nacidos de las estatuas animadas por Viracocha, habían levantado las murallas ciclópeas.

Pachamama, la Tierra Madre, detuvo a tres de las

XIII

La ingeniería precolombiana en América

Parecerá extraño que entre Kubilai y los Incas pudiera haber alguna relación; sin embargo, en 1823 un sabio inglés, Ranking, escribió una obra con el título: «Investigaciones históricas sobre la conquista del Perú», en la cual demuestra que Manku Qhápaq era un hijo de un nieto de Gengis Khan. Y como, por otra parte, a Gengis Khan sucedió su hijo Oktai, y a éste sucedió Gaiuk quien tuvo tres hijos: Hulagú, Mankú y Kubilai, resulta evidente —según Ranking— el parentesco entre Kubilai y Manku Qhápaq.

En «Vistas de la Cordillera y Monumentos de los Pueblos Indígenas de América», Humboldt hacía notar que, «es sorprendente encontrar al final del siglo XV, en un mundo que llamamos nuevo, las instituciones antiguas; las ideas religiosas y las formas de edificios que en Asia parecen remontarse a la aurora de la civilización. La comunicación entre los dos mundos está demostrada de modo indudable por las cosmogonías, por los geroglíficos, por los monumentos y por las instituciones de los pueblos de Asia y América».

Es sabido que la leyenda narra que de las «grutas de la Aurora» en Pacaritampu —donde se usaba el asfalto como cemento— salieron los cuatro hermanos Ayar con sus cuatro esposas para encaminarse hacia la región donde los «hombres gigantes», nacidos de las estatuas animadas por Viracocha, habían levantado las murallas ciclópeas.

Pachamama, la Tierra Madre, detuvo a tres de las

cuatro parejas; un solo Ayar, acompañado de su esposa, continuó el camino llevando en la mano el báculo de oro que le había donado el Sol, su padre, para indicar el lugar donde Manku debía detenerse con su esposa Mama Oello.

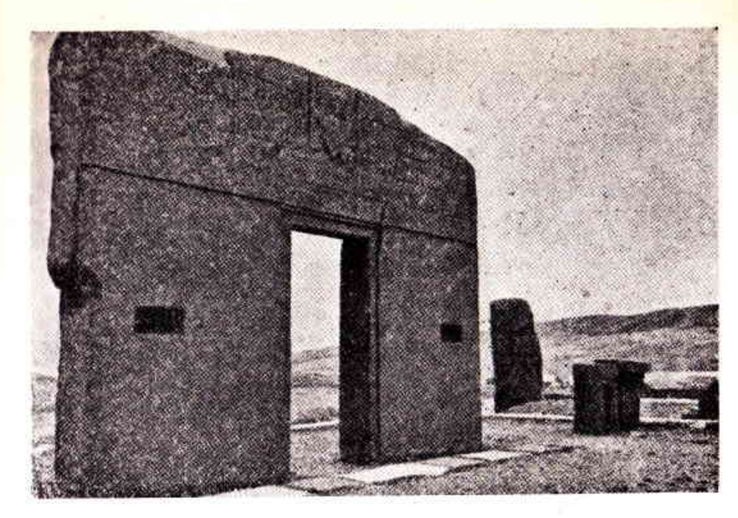
A unas diez jornadas de camino del Lago Titicaca, en cuyas orillas mucho tiempo atrás habían habitado los gigantes, el báculo de oro cayó de la mano y se hundió en la tierra. Era la señal para detenerse; estaban en el valle del Huatay, donde Viracocha, había animado a las estatuas que había esculpido, después de regular el curso del Sol y de las estrellas y construir el Gran Templo.

En la meseta de Acapana existe aún entre las ruinas ciclópeas, que demuestran la cultura Aimará, la famosa «Puerta del Sol», abierta en un monolito de pórfido de 4,33 m. de ancho y un metro de espesor, la que en su fachada Este tiene entre los profusos bajorrelieves la figura del Sol.

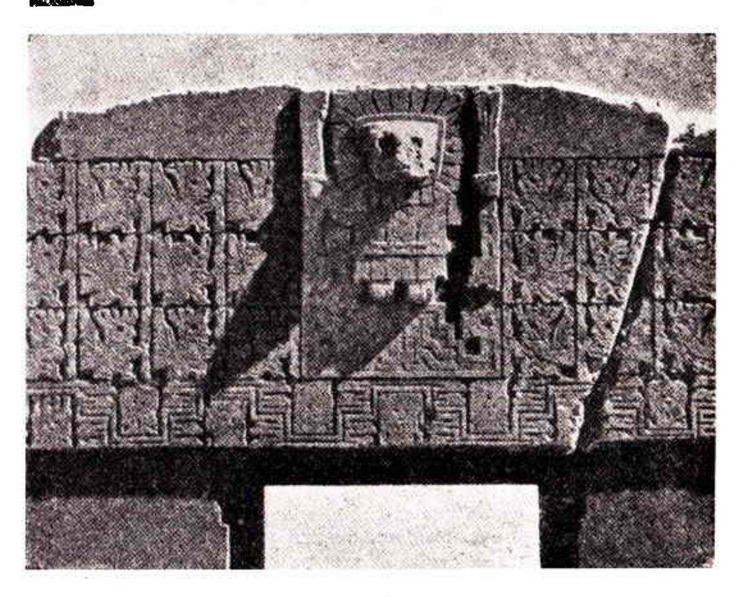
El primitivo templo, el Inti Cancha (literalmente: Sol recinto) consistía en un muro de piedras que encerraba un espacio rectangular de unos 40 m. de longitud por 25 m. de ancho; se accedía al recinto por cuatro puertas situadas hacia los cuatro puntos cardinales y colocadas en la mitad de los lados del rectángulo, dispuestos —naturalmente— de Norte a Sur y de Este a Oeste como en los templos etruscos, en los campamentos romanos y en las ciudades chinas descriptas por Marco Polo.

Con el tiempo, al Inti Cancha sucedió el Cori Cancha (Oro recinto), o sea el Templo de Oro, el cual era dedicado al Sol y estaba rodeado por otros cinco templos cuadrados, cubiertos por pirámides cuadradas y erigidos respectivamente en honor de la Luna, del planeta Venus, del Arco Iris, del Rayo y de los Sacerdotes. La construcción de estos cinco templos fué debida al sexto emperador, el Inca Ruqqa, gran constructor que reinó en Cuzco, la ciudad de Manku Qhápaq, rodeada de triple muralla y que el Inca Ruqqa proveyó de agua potable.

Y, si es verdad que la civilización de un pueblo se mide por el agua que consume, indudablemente los habitantes del imperio incáico eran más civi-



[redacted] Puerta del Sol en Tiahuanaco



Detalle

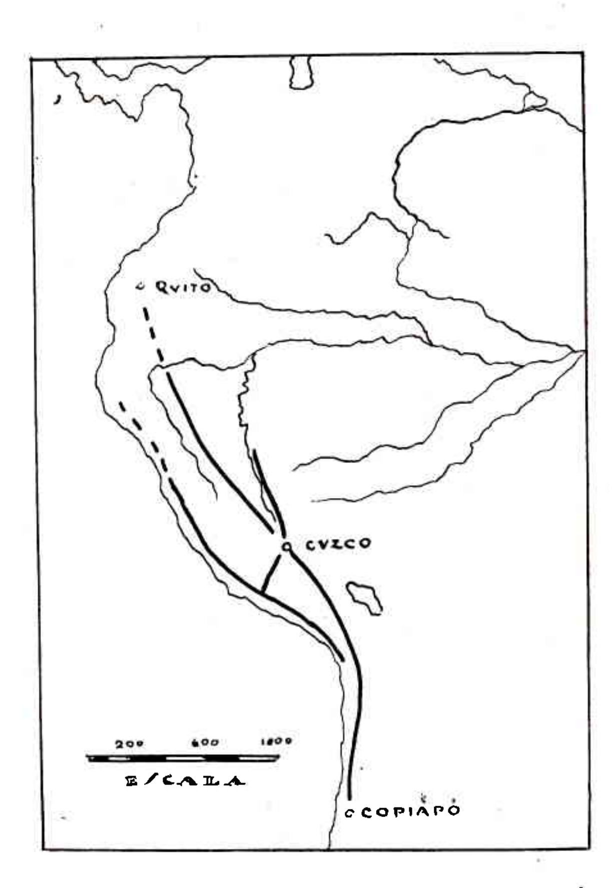
lizados que los que fueron a civilizarlos. Si en las carreteras incáicas no se construyeron grandes «obras de arte», se construyeron los acueductos, lo que demuestra que para los quechúas era más útil transportar agua que transportar hombres; el nomadismo es el primero y el último estadio de la civilización, un pueblo agrícola es sedentario.

Y para ese pueblo sumiso y pacífico, contento con el «tupu», o sea con los 1.600 metros cuadrados de tierra que el Estado entregaba a cada trabajador, ¿qué más felicidad que recibir en su «chaqjra» el riego necesario para el cultivo? Si el «chacarero» tenía hijos varones se le entregaba un «tupu» más por cada uno de ellos; si tenía hijas mujeres, medio «tupu» cada una. Cuando el hijo o la hija se casaban, devolvían la tierra recibida al padre, y éste al Estado; el Estado, a su vez, la entregaba a otros.

Desde el endigamiento de los ríos que rodean a Cuzco, hasta las más alejadas regiones del imperio, el agua corría hacia los «tupu», atravesando túneles y acueductos, para llegar a su destino y esparcirse en los canales de riego, llevando consigo la riqueza, el bienestar y la vida.

Cuzco está situada sobre una montaña, a 3.467 m. de altura sobre el nivel del mar, a la misma altura en la cual en Europa es imposible la permanencia. Actualmente es una pequeña ciudad de provincia de unos 50.000 habitantes, pero era una digna capital de un gran Estado antes que se levantaran las casas de adobes sobre las murallas de piedra.

Por las calles de Cuzco, trazadas en ángulo recto, transitaba en otros tiempos una muchedumbre abigarrada, representante de todos los pueblos que componía el vasto imperio, porque, a medida que éste se dilataba, parte de los habitantes de las nuevas tierras conquistadas se incorporaban a la capital, llevando sus costumbres y estableciéndose en la zona de Cuzco, orientada hacia la región de donde procedían; los orientales hacia el Este, los meridionales hacia el Sur, los septentrionales hacia el Norte, y los occidentales hacia el Oeste. De este modo, la ciudad, situada a una altura inverosímil, como águila en su nido, absorbía parte de los habitantes del im-



Esquema de los trazados de las carreteras en el Imperio Incaico

perio y constituía una especie de compendio del mismo.

En él todo estaba ordenado, desde que el Inca Pachacutec, el «Reformador» lo había reorganizado arrancándolo del caos en que lo precipitó su antecesor, el Inca Yawar. 100 familias componían una centuria («pachaca»); 5 centurias, una «pichca pachaca»; 10 familias, una «huaranca», y así hasta llegar a 100 centurias, una «humu», gobernada por un «curaca». Como se ve, el sistema decimal también era aplicado por los incas.

En todo el imperio había cuatro grandes «curaca» que componían una especie de Consejo de Estado.

El número 4 tenía —como entre los etruscos— su sentido místico; así como el Templo del Sol tenía cuatro puertas, y en el Estado había cuatro «curaca», así también cuatro carreteras conducían a Cuzco. La primera unía la capital incaica con Quito; la segunda, o la del Sur, alcanzaba Copiapó después de atravesar el desierto de Atacama; la tercera llegaba hasta el mar para unirse con la llamada «carretera de la costa», y la última llegaba hasta Coquinos, pasando por Ollantaitampu.

En Ollantaitampu, según el célebre drama quechúa, se refugió Ollantay, capitán del ejército de Pachacutec, cuando incurrió en la ira del Inca por el amor que profesaba a la hermosa princesa Cusi Coyllur. Pachacutec murió de dolor y de vergüenza; Ollantay, sitiado por el sucesor en Ollantaitampu, se defendió como un héroe, hasta que, vencido, fué perdonado por la intercesión de Hima Sumac, hija de él y del Cusi Coyllur.

Volviendo a la red de carreteras, se notará que ésta, análogamente a la romana, tenía como centro la capital del imperio. La longitud total alcanzaba a unos tres mil quinientos kilómetros y el afirmado, cuyo ancho variaba desde 5 hasta 8 m., se componía de una mezcla de piedra partida y arcilla, mezcla a la cual se le daba el nombre de «pisca». Este sistema no podían haberlo usado los romanos o los chinos porque no conviene en los climas húmedos o lluviosos; sin embargo, en climas secos como el de las regiones atravesadas por las carreteras incaicas,

la arcilla al endurecerse formaba con la piedra partida una masa sumamente compacta.

Una característica curiosa consistía en la preocupación de los constructores de evitar grandes movimientos de tierra y, al mismo tiempo, de que el trazado fuera, en lo más posible, rectilíneo. Las carreteras seguían los accidentes del terreno, salvando las grandes pendientes con escalones dispuestos de tal modo que había un promedio de tres escalones por cada metro de longitud de la carretera.

Las vías de comunicación incaicas son, naturalmente, muy posteriores a las romanas y comparadas con éstas quedan algo «desairadas», porque del mismo modo que no hay en aquéllas grandes movimientos de tierra, tampoco hay grandes «obras de arte», según hemos dicho. En vano buscaríamos uno de esos viaductos o uno de esos puentes colosales que caracterizaban las vías de comunicación romanas; los puentes incaicos no dan idea de «estabilidad»; parecería que el pueblo que los construyó, con la intuición de su próximo fin, hubiese querido efectuar sólo obras provisorias.

Estos puentes son de dos clases; flotantes y colgantes. Los primeros eran usados en ríos caudalosos y se componían de grandes haces de paja, unidos por medio de una fibra especial extraída de la «Stipa», planta cuyo nombre quechua es «ichu». Los haces de paja flotaban y sobre estos flotadores se colocaba el tablero de madera.

El segundo sistema, o sea el de los puentes colgantes, consistía en levantar pilones en ambas orillas del río para sostener los cables; de estos cables, cuyo diámetro era de unos treinta centímetros, colgaban otros verticales que sostenían el tablero del puente. Como puede notarse, el sistema era exactamente igual al que se comenzó a usar en el siglo pasado para la construcción de los puentes colgantes modernos. La innovación consistió en substituir las cuerdas de fibra vegetal por cables de acero, pero el principio es el mismo y si los cálculos que utilizamos para proyectar un puente colgante pueden asombrar al profano, no debemos enorgullecernos mucho por nuestra inventiva.

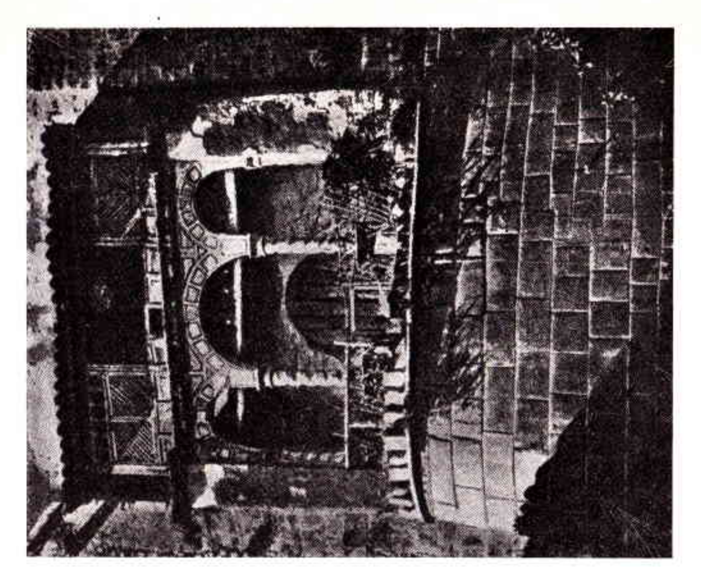
Y tampoco debemos enorgullecernos cuando un teleférico cruza un valle, un curso de agua o un brazo de mar; los inventores del teleférico fueron los quechuas. El sistema lo llamaban «uruyu» y consistía en una cesta que corría desde una altura a otra colgada de un cable y tirada por un segundo cable; nosotros hemos substituído la cesta por un cómodo vagón, los cables de fibra por cables de acero y la tracción a mano por la tracción mecánica; pero el principio es el mismo.

Hemos dicho que a lo largo de las carreteras romanas, de trecho en trecho, había un relevo para los correos que llevaban noticias, cartas o encomiendas; a estos lugares se les llamaba «postae», nombre que ha quedado en muchos idiomas para indicar un medio de comunicación. En las carreteras incaicas había también «postae» y correos; a aquéllas se les denominaba «tampu» («topos» los llamaba Josefo de Acosta), y a éstos «chasqui». Los topos estaban situados a cada tres cuartos de legua, y el relevo permitía cubrir una distancias de unos doscientos kilómetros en veinticuatro horas.

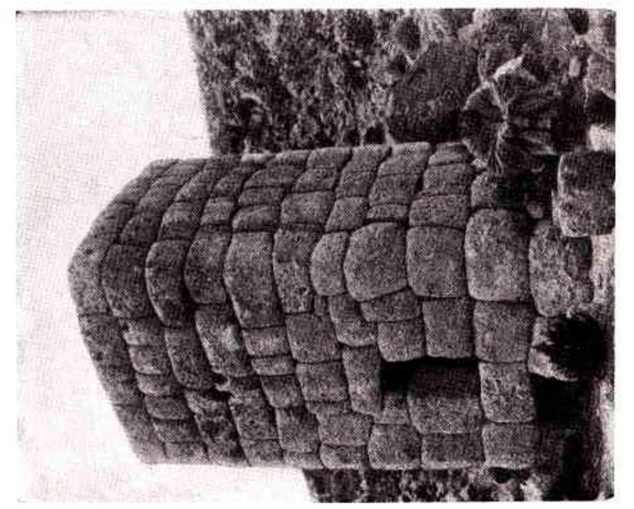
Más de cuatro siglos habían transcurrido desde que Manku Qhápaq y Mama Oello llegaron a las orillas del Huatay para fundar a Cuzco y dar sabias leyes a los pueblos, y mucho más desde que «los rostros pálidos con barba» construyeron murallas y monumentos en las orillas del Titicaca; doce Incas, hasta Wayna Capac, se habían sentado en el trono de Tahuantisuyu; estallaba la guerra civil entre Waskar y Atauwallpa cuando los chasqui anunciaron que habían vuelto «los rostros pálidos con barba», como Wiraqocha Runa.

Wiraqocha Runa, el viejo venerable salido de las aguas del Lago Titicaca, se transforma en Bochica entre los indígenas de Colombia. Bochica, también anciano de rostro pálido, fluente barba y larga vestidura, llegó de Oriente y, después de haber desecado los valles e introducido el culto del Sol, desapareció como Wiraqocha con la promesa de volver.

El ingeniero Posnansky encontró en el desierto de Karangas unas construcciones levantadas por los indios Chibchas, cuyo tipo es semejante al de las



Muros del Coricancha



Torre cuadrada en el desierto de Karangas

construcciones pelásgicas, semejanza tanto más curiosa cuando se considera el tiempo y la distancia que separan los Chibchas de los Pelasgos.

El ingeniero Holzmann, quien helenizó su nombre transformándolo en el equivalente griego Xylander, escribió una obra, que fué impresa en Francfort a mediados del siglo pasado, con el título: «Historia de las lenguas titanas y exposición comparada de las afinidades primitivas de las lenguas tártaras entre sí y con la helénica, con reflexiones sobre la historia de las lenguas y de los pueblos».

En la obra citada Holzmann analiza el idioma manchú, lo compara con el griego arcáico y demuestra la semejanza entre las raíces de ambos; extiende después la comparación a doscientos cincuenta idiomas más y llega a la conclusión que los idiomas de Asia, Europa y América son afines entre sí.

A esto puede agregarse que el profesor Rubio, catedrático de Historia Americana en la Universidad de Madrid, cita a un sabio sacerdote que desconocía el quechua y, sin embargo, escribió una gramática quechua utilizando sólo las raíces latinas. Y si se considera que el griego arcáico y el latín son modificaciones de una lengua hablada por una «raza madre», no sorprenderá que las construcciones levantadas en el desierto de Karangas, «Tierra de Maldición», tengan semejanza con las construcciones de los Pelasgos, la «Raza Maldita».

Y tampoco debe sorprender el haber hallado muros enormes en las regiones orientales de la América del Norte, desde el Estado de Nueva York hasta el Ohio, muros formados por piedras colosales y análogos a las murallas pelásgicas de Grecia e Italia. Se admita o no la existencia de los «Atlantes», todo induce a suponer que inmigraciones procedentes desde el Oriente, el Septentrión y el Occidente han convergido hacia las zonas de América comprendidas entre los dos trópicos, o sea en las regiones donde existe actualmente entre sus habitantes el mayor número de indígenas o de sus descendientes.

Admitiendo estas regiones como la zona de encuentro de Asiáticos y Europeos, especialmente mediterráneos, se explicaría perfectamente las pala-



Torre redonda en el desierto de Karangas

bras griegas y fenicias, los ritos asiáticos, las pirámides y las estatuas que recuerdan el Egipto, las ánforas semejantes a las etruscas y las murallas análogas a los pelásgicas.

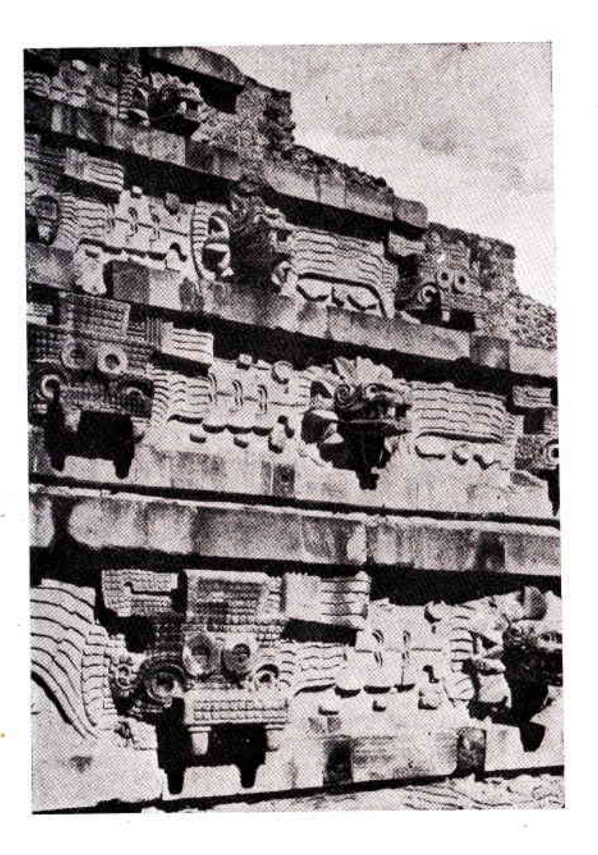
«Nosotros sabemos por nuestras escrituras —decía « Moctezuma a Hernán Cortés— que hemos venido « aquí desde muy lejos. Sabemos también que el « que guió a nuestros antepasados volvió a su país « natal y vino de nuevo aquí para llevar con él a « los que había dejado; pero los encontró casados y « con muchos hijos, y habitando en ciudades que « ellos mismos habían construído, de modo que no « quisieron obedecer más a su antiguo jefe quien « tuvo que irse solo».

Según la leyenda, cuatro mil ocho años habían transcurrido desde que el Gran Espíritu creó el mundo, los dioses y los gigantes, cuando sobrevino una gran inundación en la tierra de Anahuac. Cuando cesó la inundación y las aguas volvieron a sus cauces naturales, uno de los gigantes —Xelua— quiso levantar en Cholula un monumento al Monte Tlaloc donde se había refugiado con sus siete hermanos quienes, juntos con Xelua, se habían salvado de perecer en la inundación. El monumento debía ser eterno y construído en forma de pirámide cuya cúspide tocara las nubes.

Ya hemos dicho que los dioses, irritados por esa obra, fulminaron a los constructores y la pirámide quedó trunca. Por eso el monumento no termina en cúspide, sino en una plataforma cuadrada de 4.200 metros de superficie.

La base mayor de la pirámide es 40 veces más grande, puesto que tiene ciento sesenta y ocho mil metros cuadrados, la altura es de 54 metros y el volumen asciende a 3.577.734 metros cúbicos, es decir una vez y media más que la Gran Pirámide de Gizeh.

Esto suponiendo que la pirámide de Cholula fuese maciza, pero los indígenas sostienen que no es así. El progreso exigió que la carretera entre la ciudad de Méjico y la de Puebla fuese reconstruída y su trazado rectificado; para eso se cortó el monumento de modo que una parte de él quedó aislada «como un montón de ladrillos».



Detalle del Templo de Quetzalcoatl

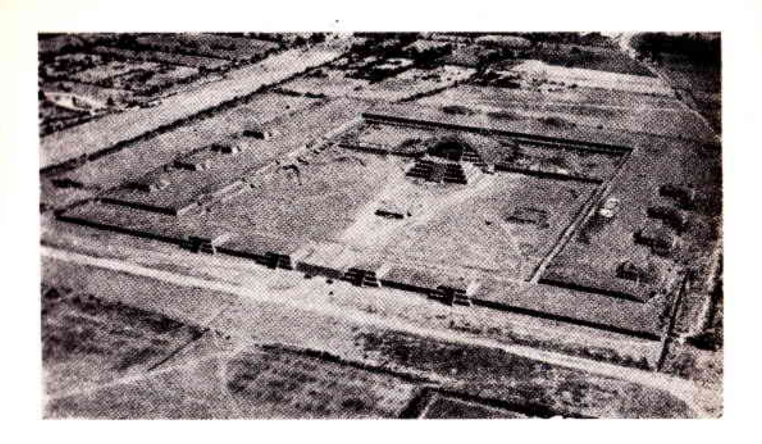
Este corte permitió descubrir que en el interior de la pirámide había un edificio; el edificio era cuadrado, de piedra, sin aberturas y en él se encontraron dos cadáveres, algunos ídolos de basalto, vasos y ánforas barnizadas y decoradas artísticamente. No se conservó nada de todo esto, y es de lamentar. No era la primera vez que se perdía un valioso material arqueológico; es sabido que el obispo Zumárraga hizo destruir y arrojar a las llamas todo lo que tuvo a mano relacionado con el culto y la historia de los indígenas, y que sólo escaparon a esa destrucción las dos estatuas de Toniuth y Meztli —o sea del Sol y de la Luna— que coronaban las dos grandes pirámides de Teotihuacan, porque, estando cubiertas de láminas de oro, ya habían sido substraídas por Hernán Cortés.

Aun existen las grandes pirámides dedicadas al Sol y a la Luna, de 55 y 44 metros de altura respectivamente, con cuatro grandes escalinatas cada una, construídas de arcilla y piedra partida, revestidas de piedra y rodeadas de centenares de otras más pequeñas. El obispo Zumárraga y Hernán Cortés no existen más y la casualidad quiso que las pirámides se levanten precisamente en la «Calle de los Muertos».

Esta calle, que dividía la ciudad de Teotihuacan en dos partes, corría de Norte a Sur en una longitud de más de dos kilómetros y con un ancho de cuarenta metros. Como el terreno natural tiene una pendiente hacia el Sur, se salvaba la diferencia de nivel por medio de escalinatas del mismo ancho de la calle.

Pasaba ésta frente al templo de Quetzalcoatl, cruzaba un curso de agua sobre un puente de cuarenta metros de ancho, dejaba al oriente la pirámide del Sol y al occidente la Plaza de las Columnas y terminaba en otra plaza frente a la Pirámide de la Luna.

La base de esta última pirámide es rectangular, ya que dos de sus lados miden 150 metros cada uno, y los otros dos 120 metros; la base de la Pirámide del Sol, en cambio, es cuadrada, de 224 metros de lado. Para conocer la estructura interior de la Pirámide del Sol se excavaron dos túneles, uno al oriente y otro al occidente, a distintos niveles,



Templo de Quetzalcotl en Teotihuacan



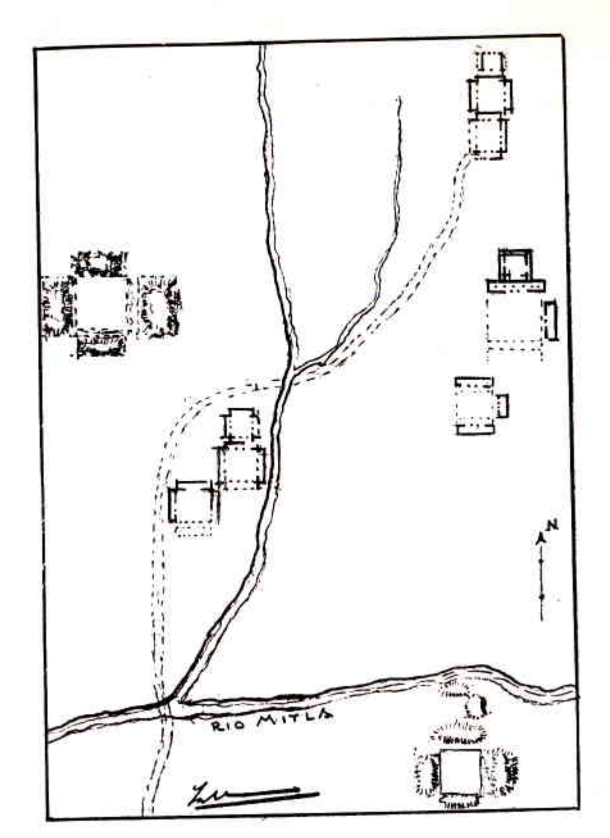
Pirámide de la Luna y Pirámide del Sol en Teotihuacan

túneles que se unieron después con escaleras. Empero, nada notable se ha encontrado en la compacta masa de tierra que forma la pirámide.

La pirámide mayor es la de Cholula, construída según la leyenda por Xelua y los gigantes; y según la historia, por los Toltecas, «pelasgos del Nuevo Mundo» cuyo grado de civilización está demostrado por las ruinas imponentes de Tula, su antigua capital. La pirámide de Cholula está situada en el centro del altiplano, a 2200 metros de altura sobre el nivel del mar y cerca de la pequeña ciudad del mismo nombre. Desde una cierta distancia da la impresión de una colina natural; al acercarse se nota que el monumento está formado por cuatro troncos de pirámides superpuestos, de unos catorce metros de altura cada uno, lo que le otorga una gran semejanza con las mastabas egipcias.

Las mastabas egipcias fueron construídas antes que las pirámides de Gizeh; admitiendo que la de Cholula fuese levantada por los toltecas, resultaría que entre esta última y las mastabas hay un lapso de unos tres mil años, puesto que los toltecas penetraron en Méjico en el siglo V d. C.

Una característica de las mayores pirámides de Méjico es la uniformidad de la altura: 55 metros para la gran pirámide de Teotihuacan, dedicada al Sol, 55 metros para la dedicada a Teatzatlipoc, 54 metros para la de Cholula. Sin embargo, las proporciones entre la altura y el lado de la base aumenta a medida que las pirámides son más antiguas; así, por ejemplo, en la de Méjico, construída seis años antes de la venida de Colón y destruída por los compañeros de Hernán Cortés, la proporción entre la altura y el lado de la base era de 1 a 1,8; la de Teotihuacan es de 1 a 3,8; y la de Cholula, la más antigua de todas, es de 1 a 7,6; como se ve, las proporciones se duplican. Otra característica es la de tener los lados de la base orientados de Norte a Sur y de Este a Oeste, característica que se observa también en las calles que forman los centenares de pequeñas pirámides de Teotihuacan y todos los templos zapotecas y mayas. En las ruinas de Mitla, por ejemplo, las pirámides y los edificios



Croquis de la ubicación de las ruinas de Mitla



Estado de Oaxaca y Mitla

están orientados según los puntos cardinales, dedicándose la región occidental, o sea lo que era considerada la región de la noche, a sepulcros de los reyes y sacerdotes.

La orientación a que nos referimos no siempre es exacta; pero la desviación no es debida a un error. El eje de la «Calle de los Muertos», por ejemplo, y el de la Pirámide del Sol en Teotihuacan forman con la línea Norte-Sur un ángulo de 17º hacia el Oriente, porque el punto cardinal que sirvió de guía no es el Este sino el punto en que el sol aparece los días en que pasa por el cénit del lugar.

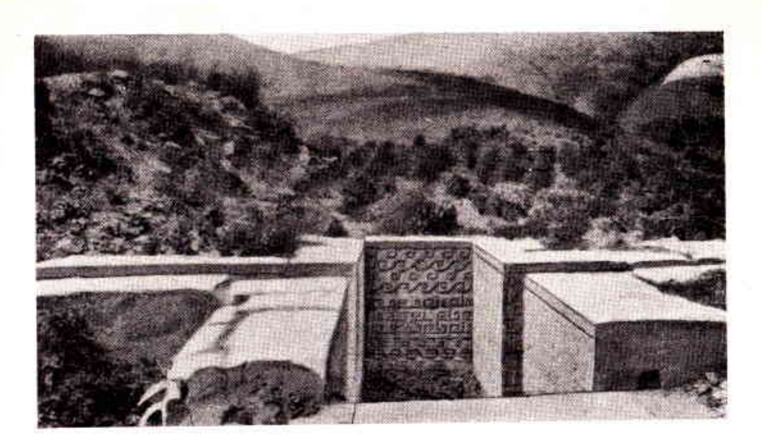
La calle principal no sigue, pues, la dirección Norte-Sur, sino que, análogamente a la de las terramaras, va de Nor-Noreste a Sur-Suroeste.

El tipo de sepulcro cruciforme recuerda las tumbas cruciformes etruscas, y los muros recuerdan los muros pelasgos y etruscos.

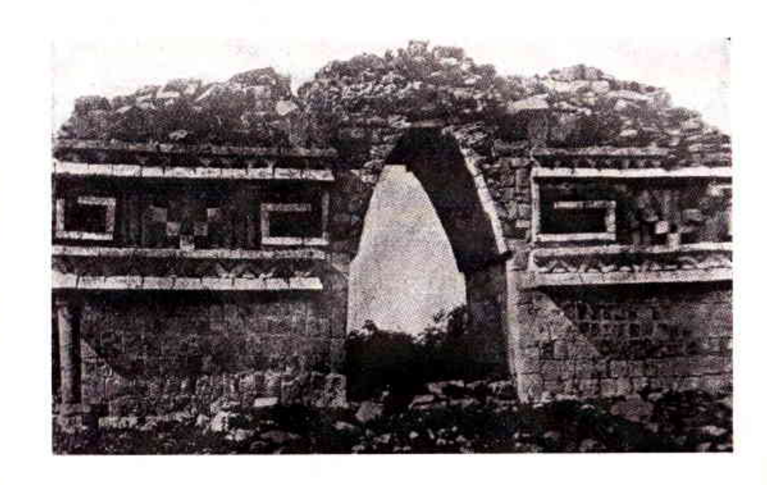
Las aberturas son adinteladas, como lo son en general las de las construcciones precolombianas. Esto no implica, naturalmente, la ausencia de arcos; en Labná se encuentra el ejemplo de un arco peraltado, de juntas horizontales como en los arcos primitivos.

Los focos de civilización maya —las grandes urbes, los templos y los palacios— fueron invadidos por la selva; la ubicación de las grandes ciudades, ya semidestruídas en la época de la conquista, sólo a fines del siglo pasado ha podido empezar a ser determinada abriéndose paso a través de la maraña de las plantas salvajes. Actualmente la aviación es la gran auxiliar de los descubrimientos, y aparecen así los restos de las grandes ciudades: Uxmal, Labná, Mayamal, Itza, Kabah, Chitchen Itza e Itzamal con su gran teocalli «La Casa del Sol» de 220 metros de circunferencia de base, y con los hermosos caminos que conducían al santuario de Itzaman.

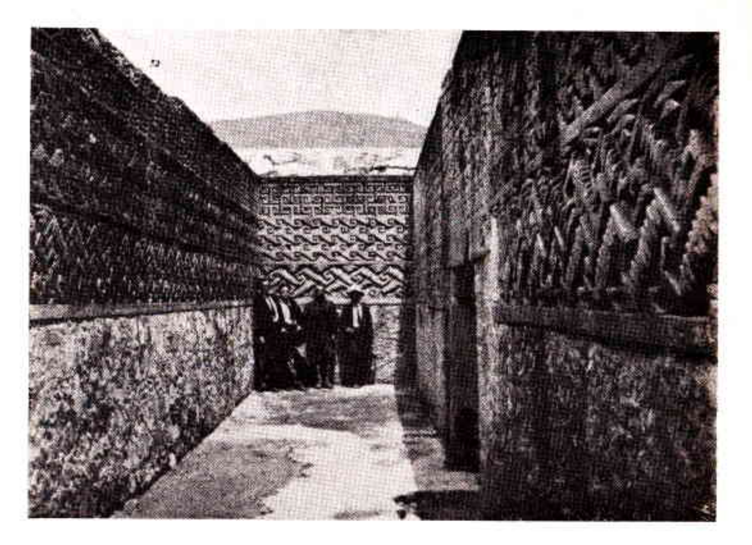
Itzaman, el dios que como Rómulo antes de ser divinizado había sido rey, llegó como Quetzalcoatl desde muy lejos, desde allende los mares de Oriente. Había venido Quetzalcoatl, el dios azteca del aire, al valle de Anahuac y fué a vivir solo, en la cumbre de la «Montaña que habla», el volcán Catchi-



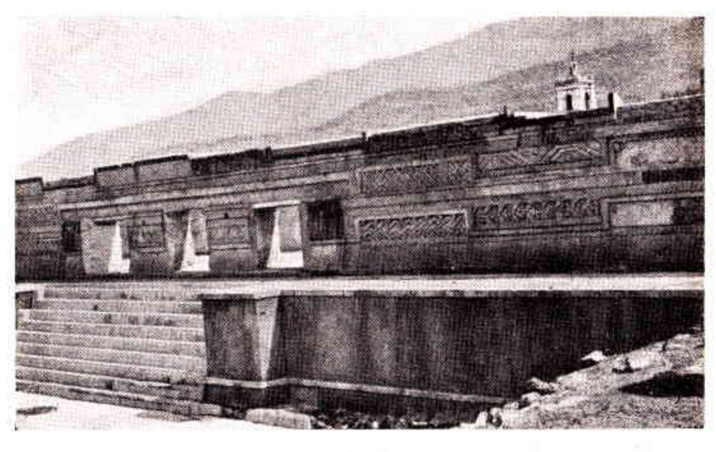
Tumba cruciforme en Mitla



Arco de Labná



Un corredor en Mitla



Mitla. - La entrada a un palacio

tepetl; allí el anciano de rostro pálido, le blanca barba y de imponente figura, hablaba con los dioses y hacía penitencia para aplacar la ira divina que había sumido al pueblo de Anahuac en una terrible carestía. Los dioses, admirados de los sacrificios a los cuales se había sometido Quetzalcoatl, vertieron sobre el pueblo toda clase de felicidades; entonces el viejo venerable bajó de la montaña para dirigirse a la tierra de sus antepasados. Al pasar por Cholula, los habitantes le rogaron que se detuviese allí.

El santo de rostro pálido consintió, se detuvo veinte años en la tierra de Anahuac, enseñó a sus habitantes como se cultivaba la tierra, como se tejía el algodón, como se fabricaba el papel con las hojas de maguey, y como se construían las obras hidráulicas; y los aztecas fueron así los más grandes constructores de canales para regadío e idearon las «chinampas», islas flotantes maravillosas en las que la ciencia se une al arte.

Después de haber dado a los hombres leyes sabias y haberles recomendado la paz y la clemencia, Quetzalcoatl desapareció hacia el Oriente en su eterna peregrinación, porque los dioses le habían dado un beberaje que lo volvía inmortal y le impulsaba a errar por el mundo.

El pueblo de Anahuac esperó inútilmente la vuelta del santo de blanca barba y de rostro pálido; después, cuando se convenció que la espera era inútil, levantó un templo en su honor sobre la pirámide de Cholula donde ardía perennemente el fuego sagrado.

Quetzalcoatl no ha vuelto, en cambio vinieron del Oriente los «Rostros Pálidos». Tenochtitlán fué arrasada y nada queda de sus construcciones, las grandiosas murallas de Mitla muestran el antiguo esplendor de Oaxaca, y de Tula sólo quedaron ruinas.

Con las piedras de los palacios de Mitla los «Rostros Pálidos» construyeron una iglesia, y sobre la pirámide de Cholula, donde estaba el templo de Quetzalcoatl, levantaron una capilla y la dedicaron a Nuestra Señora de los Remedios.

☆



Restos de muros en Mitla

XIV

El Renacimiento. - Vialidad; los puentes. - Las cúpulas

Según hemos visto, el verdadero renacimiento en lo que atañe a las construcciones comienza en los albores de la Edad Media, cuando los bárbaros se civilizan al penetrar en el Occidente, cuando Constantinopla —la heredera de Roma— se atavía a lo oriental, y cuando Roma «sacudidas las cenizas de su manto, reaparece, aunque lacerada, siempre augusta ante las gentes».

Era todo un mundo que despertaba, y si faltaban materiales de construcción se utilizaban los materiales de los antiguos monumentos para levantar los nuevos edificios: porque, hasta en esto, la loba que amamanta a los niños es un símbolo.

A fines del siglo XIII, y precisamente el 1295, Dante escribía la «Vita Nuova», antes de ser nombrado «soprastante all'opera di allargamento della strada di San Prócolo», y antes que la República de Florencia lo expulsara de su seno condenándole al eterno peregrinaje.

Desde el fin del Imperio de Occidente —en el 476— hasta la «Vita Nuova» habían transcurrido ocho siglos, y en ese lapso las carreteras usadas eran las romanas, y los puentes carreteros que se utilizaban eran los romanos.

Sólo Venecia construía sus puentes en la laguna, pero en tierra firme solamente en el siglo X comenzaron a aparecer tímidamente los nuevos puentes, generalmente de madera.

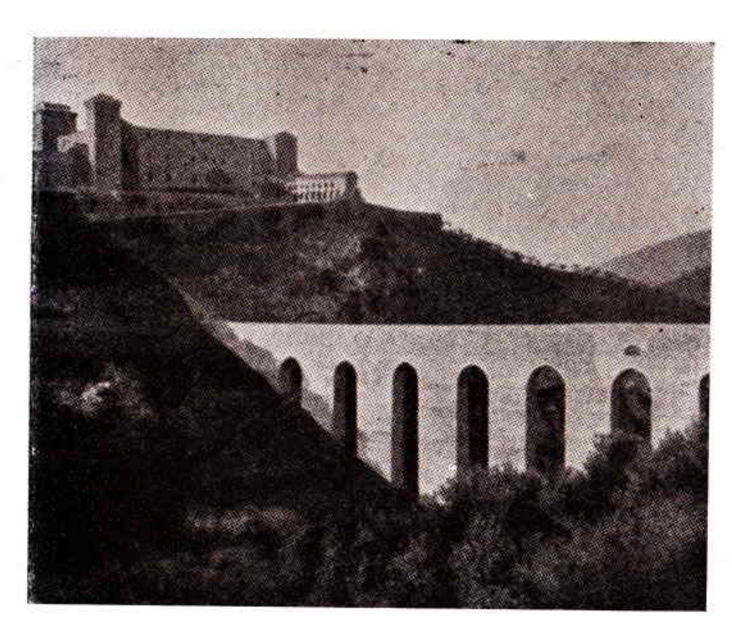
En 1014 se construyó de madera «El Puente de Londres» y duró hasta 1176, año en que Pedro Colechurch inició la construcción de uno de piedra que pudiera sustituirlo. El trabajo duró treinta y tres años y en 1209 fué librado al tránsito el nuevo puente.

Tres años antes, el 1206, el obispo Maurice había inaugurado el puente medioeval más antiguo de Francia, el «Petit Pont» de París. Y, como contraste al «Petit Pont» y anterior a él, puesto que pertenece al siglo XII, debe citarse el puente de Burton sobre el Trent, que con sus 471 metros de longitud, fué durante muchos siglos el mayor puente de Inglaterra.

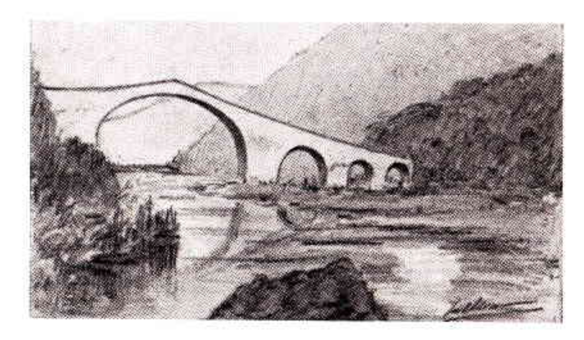
Aunque las obras no tenían la grandiosidad ni estaban distribuídas en tan grande profusión como las romanas, es digna de admiración la audacia de los ingenieros medioevales. Así, por ejemplo, en el año 1370 fué construído en Italia un puente de piedra sobre el río Adda, y precisamente a Trezzo, con una luz de 72 metros; y, si bien una creciente extraordinaria lo destruyó 46 años después, debe considerarse que recién el 1870 se alcanzó a construir en la misma Italia un puente de piedra sobre el río Volturno con una luz de 55 metros.

Aun existe —con su tramo central de metros 48.69 de abertura— el puente sobre el Adigio, en Verona, proyectado y llevado a cabo por Bevilacqua en 1354; y aun existe en Spoleto el extraordinario «Ponte delle Torri», construído por Mateo Gattapone en el siglo XIV para unir la colina de San Elías al monte Luco a través de un precipicio. El puente «Delle Torri» es en realidad un viaducto de enormes arcadas, con 230 metros de longitud y 80 metros de altura en su parte media; viaducto admirable no sólo por su audacia, sino porque en él se une armoniosamente la elegante sencillez de las líneas con la majestuosidad de la masa poderosa.

Anterior a la construcción del «Ponte delle Torri» es la de un puente sobre el Serchio, próximo a la ciudad de Lucca, obra del siglo XII y tan audaz que la leyenda sostiene que en ella intervino el dia-



Ponte delle Torri



El "Puente del Diablo" sobre el Serchio

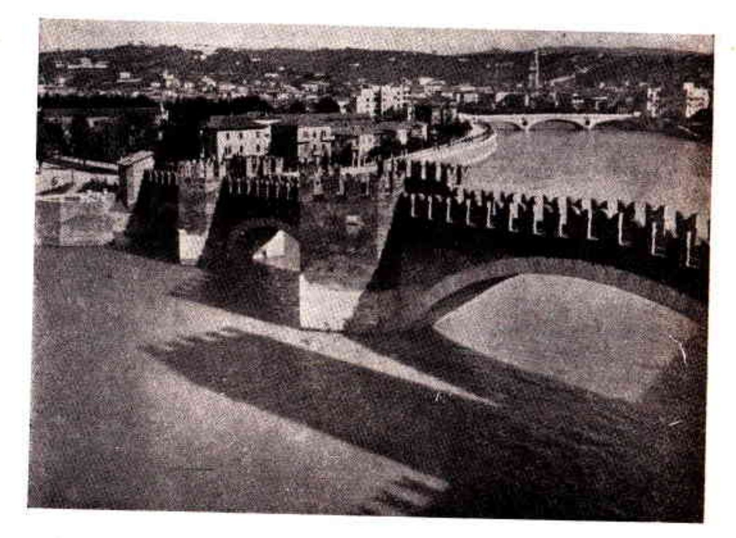
blo. Cuentan que el puente lo empezó a construir San Julián, pero no sabiendo como terminar el gran arco pidió ayuda al diablo prometiéndole como compensación el alma de la primera criatura que cruzara el puente; y el diablo, confiado en la palabra del santo, aceptó y terminó el trabajo en un momento. En pago de la ayuda recibida, y para cumplir con lo pactado, San Julián azuzó a un perro y tiró un pedazo de torta sobre el puente; el perro corrió hacia ella, y el diablo que estaba en asecho para apoderarse el alma del primero que pasara, se precipitó sobre el perro; al ver que no era una persona sino un animal, se irritó por la burla y lo arrojó con tanta furia contra el puente que hizo en éste un agujero.

Como puede notarse, la leyenda es semejante a la del «Puente del Diablo» del San Gotardo; leyenda que se repite en las obras que por su audacia hieren la imaginación de los profanos.

El Puente del Diablo, en Suiza, estaba sobre el camino que seguía el Valle del Reuss hasta su entrada en el lago de Lucerna. El Reuss, al salir del lago, atraviesa la ciudad de Lucerna y la divide en dos partes desiguales que se unieron por cuatro puentes: uno para los vehículos y caballerías, y los otros tres para los peatones. En estos últimos se estaba a cubierto de las inclemencias debido a los techos sostenidos por pilastras colocadas a unos diez pasos de distancia; entre las pilastras había varias pinturas.

El más largo de los tres puentes, de unos mil metros de longitud conducía al barrio de la «Colegiata»; estaba cubierto, según se dijo, formando una inmensa galería con seiscientos o setecientos cuadros en su extensión, cuadros fijados a unos dos metros de altura con escenas del Antiguo Testamento y las varias batallas que libraron los suizos.

Otro puente, llamado «De la Capilla», tenía 95 metros de longitud y estaba adornado con pinturas representando hechos de la historia de Suiza; y, por último, al tercer puente para peatones —puente de unos 50 metros de largo —al pintor se le ocurrió decorarlo con argumentos fúnebres:



Puente sobre el Adigio en Verona

en una larga serie de cuadros pintó «La danza de los Muertos».

Es realmente extraordinaria la habilidad de los suizos en construir puentes, especialmente puentes de madera, y todo el mundo conoce que los suizos son los mejores artesanos del mundo en trabajos de fina mecánica y relojería. En el puente que unía Basilea con Alemania fueron puestas en práctica las dos habilidades. En la torre del puente, por el lado que miraba a la Suabia que era austríaca, había una cabeza con diadema, la cual sin cesar alargaba y retiraba una lengua muy larga y al mismo tiempo fijaba los ojos en aquel país, apartándolos después para volver a fijarlos.

Y ya que hemos citado los artesanos antiguos, cuya capacidad y cuyo talento no iban en zaga a los de los artífices que los dirigían, debemos recordar, entre los innumerables casos semejantes, el de Grübenman. El puente de Schaffhouse que comunica el cantón del mismo nombre con el resto de Suiza, era arrebatado frecuentemente por las crecientes, por cuya causa se resolvió construir otro más estable y sólido.

El proyectista y constructor del nuevo puente era del cantón de Appenzel y se llamaba Grübenman, de profesión carpintero. Grübenman se dispuso a unir las dos orillas del río, que en este lugar tiene cien metros de ancho, con un puente de madera de un sólo arco, de m. 118,60 de luz, sin ningún apoyo intermedio. Los magistrados de Schaffhouse, temiendo el peligro que presentaría la construcción de un puente de más de cien metros sin ningún apoyo intermedio, no aceptaron el proyecto de Grübenman, y exigieron que lo construyera conservando la pila situada en el río, pila que había resistido a la violencia de las aguas cuando fué arrebatado el puente anterior.

Grübenman, obligado a ejecutar las órdenes de los magistrados, las eludió llevando a cabo su proyecto de un modo muy ingenioso; conservó la pila de acuerdo con el deseo de los magistrados y construyó el puente de un sólo arco, sin que se apoyara en la pila, de acuerdo a su voluntad.

El puente no descansa, pues, sobre la pila, de modo que aunque el río la derribase, nada padecería la obra; ésta vibraba al pasar cualquier carga, pero sufría sin peligro los mayores pesos.

No debe creerse que fuera una especie de «capricho» de Grübenman la construcción de un puente sin pila intermedia; en los ríos de Suiza la velocidad de la corriente es muy grande, y convenía, especialmente en la antigüedad, no construir pilas intermedias sino lanzar los puentes de modo que cubriesen el intervalo entre las dos orillas con un sólo arco, aunque éste fuese de una osadía prodigiosa; ejemplos de ello son el puente de Vetingen —de 56 metros de luz,— el de Bade, de 40 metros de luz—, ambos de madera y tendidos sobre el río Limath, y el ya citado de Schaffhouse. El puente de Vetingen está cubierto para preservarlo de las lluvias, nieves y demás injurias del tiempo y tiene la particularidad de haber sido el primer puente del mundo en que se colocó un pararrayo.

En 1779, o sea al año siguiente de la inauguración del puente de Grübenman, se construía en Inglaterra el puente de Coalbrookdale —sobre el Severn—, el más antiguo puente de hierro que se conoce y, por consiguiente, el más lejano antecesor de los innumerables y retumbantes puentes de hierro tendidos sobre todos los ríos del mundo.

Pero, como se comprenderá perfectamente, en ningún lugar la «densidad de los puentes es mayor que en Venecia, donde desde el tétrico «Puente de los Suspiros» hasta los viaductos ferrocarrilero y carretero que cruzan los cuatro kilómetros de mar que separa la ciudad de la tierra firme, existen centenares de puentes que bajo las románticas leyendas esconden la férrea tenacidad de los ingenieros venecianos.

El puente de Rialto, por ejemplo, famoso en los cuadros y en las fotografías, fué construído cinco veces en ocho siglos. El primer puente —de barcas— databa del 1180; el segundo, sobre pilotes, se construyó en 1264 y fué cortado durante la conjuración de Baiamonte Tiépolo en 1310; vuelto a

hacer, se derrumbó en 1350; se volvió a hacer y cayó en 1523; por último, en 1588, fué encargado de reconstruirlo Antonio Da Ponte, quien lo terminó en 1591 tal como lo vemos actualmente.

Las fundaciones del Puente de Rialto descansan sobre 6000 pilotes; su longitud es de 48 metros y su ancho de m. 22,10. La calzada está dividida en tres sendas entre las cuales se construyeron edificios para casas de comercio: hay un total de 24 casas de comercio sobre el puente. Este costó 250.000 ducados y fué durante la Edad Media el único puente que unía las dos riberas del Canal Grande, el cual, desarrollándose en forma de S en una longitud de 3000 metros, divide la ciudad en dos partes desiguales y constituye en ella la mayor vía de tránsito.

El Canal Grande, de unos 70 metros de ancho en casi toda su longitud, es el mayor de los 150 canales que corren entre las 117 islas cuyo conjunto constituye la ciudad de Venecia. Para unir las 117 islas se han construído unos 400 puentes, entre públicos y privados, y como el área que ocupa Venecia es de unas 600 hectáreas, quiere decir que hay aproximadamente un puente cada hectárea y media; proporción no alcanzada en ninguna región del mundo.

Muchos de estos puentes tienen una historia y muchísimos su leyenda. Una de estas leyendas, por ejemplo, atribuye a «potencias ultraterrenales» la construcción en el curso de una noche del «Ponte de le Maravegie» (de las Maravillas), y otra leyenda narra que el «Ponte della Donna Onesta» debe su nombre a la señora de un armero que prefirió el suicidio a la deshonra.

Es conocidísima la pesada silueta del célebre «Puente de los Suspiros», construído sobre el «río de Palazzo» en el 1600 por Antonio Contino y destinado a unir —entre el cielo y el agua— el máximo esplendor con la suma desgracia: el Palacio Ducal con las Prisiones.

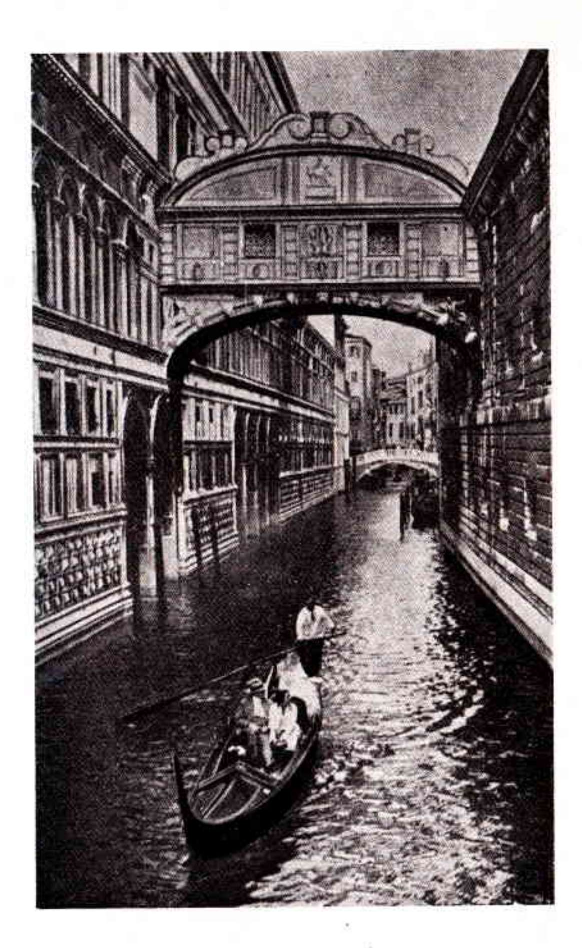
Menos conocidos son el «Ponte de Pugni» sobre el río «San Barnaba» y el «Ponte Santa Fosca» que constituían los dos «rings» donde los bandos rivales desarrollaban sus «matches de box», como se



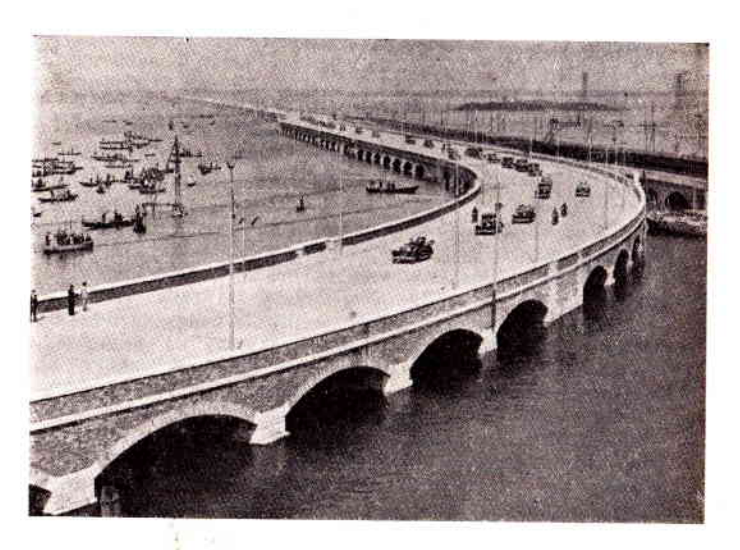
Puente de Rialto



Puente de las "Maravegie"



Puente de los Suspiros



Viaducto sobre la Laguna

dice ahora, o «gare di pugni», como se decía entonces; *gare* que tenían el beneplácito del Gobierno de la Serenísima República que deseaba el adiestramiento de los futuros marinos, y que fueron rápidamente suprimidas en 1705 por el mismo Gobierno cuando degeneraron en luchas sangrientas.

Los primeros puentes eran de madera y de éstos quedan aún el «de la Misericordia» y el de «Castello»; eran planos y permitían pasar la gente a caballo. Las cabalgaduras desaparecieron cuando en 1485 empezaron a substituírse los puentes de madera por los de piedra con escalinatas en los accesos, que por su forma favorecían la navegación por los canales; esto era tanto más importante por cuanto sólo dos siglos después, a mediados del 1600, comenzaron a pavimentarse las calles.

Es digno de nota que, a pesar de la maestría de los artesanos y del talento de los artistas, las obras de vialidad hayan sufrido en Europa un estancamiento de doce siglos. Las carreteras y las calles fueron sumamente descuidadas; ya dijimos que cuando Carlos V fué a Bruselas, una compañía de gastadores iba delante de la carroza real para quitar las malezas que estorbaban el paso.

Solamente algunas veces, y nada más que en las ciudades, se pavimentaban algunas calles para comodidad de los pudientes. Así, por ejemplo, se narra que el subsuelo de París emanase tan mal olor que el rey Felipe Augusto —quien reinó de 1180 a 1223— estando en la ventana del palacio real sufrió un desvanecimiento causado por el mal olor producido por el pasaje de algunos carros que hundían sus ruedas en la calle: dió orden entonces de pavimentarlas, pero esa pavimentación era tan mala que el inconveniente no se subsanó.

Recién en 1556 se inició en Francia la construcción de una carretera, a la cual siguió otra un siglo después —en 1670— entre Yprés y Dunkerke. A fines del siglo XVII, en tiempos de Luis XIV, el «Rey Sol», había en Francia sólo dos carreteras, y cuando el «Rey Sol» viajaba, su ministro Colbert ordenaba hacer llenar los baches de los caminos con piedras, si había, y si no con fajinas y tierra.

Realmente la construcción de las carreteras en gran escala fué comenzada con Luis XV en el siglo XVIII, y se deben al ingeniero Trésaguet, de Limoges, las reglas para el trazado a *«flanc de couteau»* y en terreno llano, así como el sistema llamado precisamente «a la Trésaguet» ideado para la construcción en 1775.

Es sabido que el sistema Trésaguet consistía en formar la base con gruesas piedras o con fajinas, colocando sobre éstas otra serie de piedras en forma de cuñas con el vértice hacia la parte superior, y disponer, por último, el empedrado. Este sistema duró hasta hace poco, aunque en 1820 el ingeniero Mac Adam aconsejó construir las carreteras con estratos superpuestos de dimensiones cada vez menores, —procedimiento que fué adoptado universalmente y que se siguió junto con el de Trésaguet.

No nos detendremos sobre este punto porque la rápida evolución de la técnica vial, desde los sistemas Trésaguet y Mac Adam hasta las modernas carreteras de hormigón, es conocida; sólo queremos hacer notar que el método tan divulgado de Mac Adam no es más que uno de los usados en las carreteras romanas de menor importancia hace 20 siglos, lo que demuestra una vez más que «toda la ciencia nueva se encuentra en los libros viejos», y que el Renacimiento, la «vuelta a lo clásico», se produjo también en las carreteras, aunque un poco tarde.

En realidad, el Renacimiento no fué simultáneo en todas las regiones de Europa; se inició en Italia, desde allí se irradió al resto del Continente, y esa «irradiación» llevada por sabios y artistas, especialmente italianos, demoró un cierto tiempo.

Hemos considerado dos corrientes, la septentrional y la meridional, que en un ritmo bimilenario se encontraron en Italia: en la época de las ciudades amuralladas y de las terramaras, y al final del imperio de Occidente. A estas corrientes, que podríamos llamar *centrípetas*, siguieron las corrientes que podríamos llamar *centrífugas*, que irradiaban hacia el Norte, el Este y el Oeste.

Uno de los «irradiadores» fué el ingeniero Fioravanti, de Bolonia, un prototipo de «hombre del Renacimiento», uno de esos hombres dotado de múltiples personalidades que con la misma facilidad construían obras de ingeniería, proyectaban un templo, exponían teorías filosóficas o principios científicos, pintaban un cuadro, esculpían una estatua y escribían un poema.

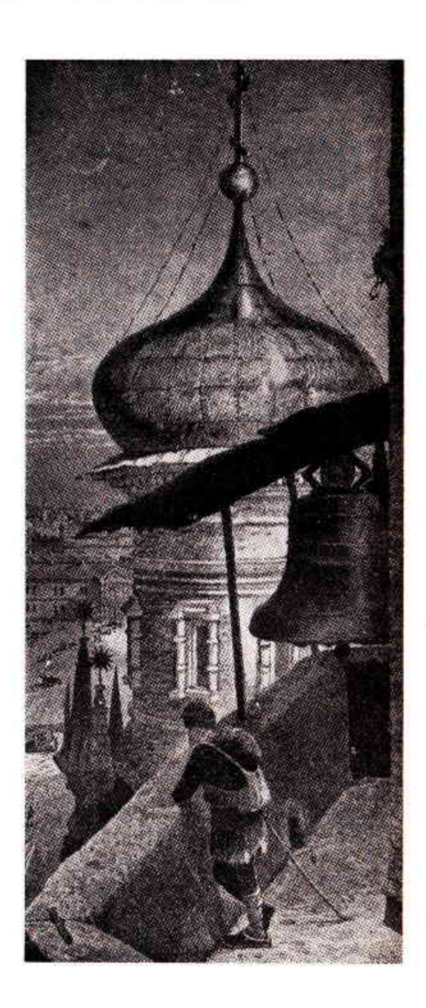
Porque si la época que suele llamarse Edad Media representa la infancia, el Renacimiento es la adolescencia, la época del «hombre sintético» que, reuniendo en sí todos los conocimientos, tiene confianza en el propio valer y no analiza las dificultades: más tatrde, en la edad adulta y en la senectud, aparecerá el «analítico», el especialista.

La cantidad y amplitud de los conocimientos de Fioravanti había hecho de modo que el pueblo de Bolonia —la ciudad en que nació en 1414— cambiara su nombre de pila —Ridolfo— por el de Aristóteles, nombre con el cual generalmente se le conoce.

Fioravanti desde Bolonia pasó a Roma, de Roma a Milán, de allí a Hungría, de Hungría a Nápoles y de Nápoles a Moscú, llamado respectivamente por el papa Nicolás V, por Francisco Sforza, por Matías Corvino —rey de Hungría y fundador de la Universidad de Buda— por Fernando I y por Ivan III Veliki (el Grande).

Casi dos siglos habían transcurrido desde la muerte de Gengis Khan en 1227 y desde que Tushi, el mayor de sus cuatro hijos, había fundado el imperio de Kipshak, o de la Horda de Oro. Después seiscientos mil mongolos, al mando de Batu Khan —sobrino de Tushi— se habían volcado sobre Rusia, ocupando y saqueando Bezan, Koloma y Moscú y extendiendo sus conquistas hasta Polonia, Silesia, Hungría y Moravia, las que fueron totalmente ocupadas.

Empero, a mediados de 1300, y precisamente en 1344, Luis de Hungría derrota a los mongolos en Transilvania, Casimiro de Polonia vuelve a derrotarlos en el Vístula, y 36 años después los rusos de Demetrio los deshacen al oeste del Don: el imperio de la Horda de Oro continúa unos años más por inercia, pero su poderío ha terminado. Ivan III «el



Cúpula en el Kremlin (De un antiguo grabado)

Grande» comienza a reinar en 1462 y reside en el Kremlin, la «fortaleza» por antonomasia, corazón de Moscú, la «ciudad-corazón» de Rusia.

«Todo en el Kremlin es grande, extraño, caprichoso y, sin embargo, magnífico —dice Saint Julien. Todo parece revelar las grandes pasiones de los moscovitas».

Una muralla de 2225 metros de longitud y 12 metros de altura circunda la fortaleza, desde cuyo punto más elevado y dominando el conjunto de palacios, templos, conventos, cuarteles, almacenes y arsenales, mitad tártaros y mitad bizantinos, encerrados dentro del circuito imponente de las murallas se levantan dos elegantes y graciosas iglesias cubiertas de techumbres doradas y coronadas de cúpulas doradas: son las iglesias de la Anunciación y de San Miguel edificadas por orden de Ivan III de acuerdo con el proyecto de Aristóteles Fioravanti, ingeniero de Bolonia, quien quedó en Moscú dirigiendo las obras del Kremlin hasta que murió, cargado de honores y de riquezas, en 1490.

Al lado de los templos se levanta la «torre de Iván», en la cual a distintas alturas están suspendidas 33 campanas. La torre es de planta octogonal, terminada por una cúpula dorada a fuego.

Si la influencia bizantina fué desapareciendo n Italia cuando apareció el románico, en Rusia tuvo un campo libre para expanderse; en el siglo XV no se hubieran construido en Occidente cúpulas bizantinas, pero se construyeron en Rusia, en la antesala de Asia.

Rusia recibió con retardo el influjo que en el Occidente irradió Roma, porque la dominación tártaro-mongola se prolongó hasta mediados del siglo XV. Esto causó un retraso con relación al Renacimiento que, revolucionando todas las manifestaciones de la vida, encendió la cultura en Europa occidental; y ese retraso tuvo, naturalmente una gran repercusión en la historia de Rusia y en sus relaciones con el Occidente.

Si bien las obras del Kremlin de Fioravanti demuestran que el ideal ruso era «occidentalizarse»



La Torre de Ivan Veliki y las cúpulas de la Iglesia del Salvador en el Kremlin (De un antiguo grabado)

llamando sabios y artistas de renombre tres siglos antes que lo hiciera Pedro el Grande, debe tenerse en cuenta que cuando, al final del siglo XVI, Demetrio IV fortificaba Moscú y luchaba contra Toktamish, ya se habían construído los grandes monumentos en el Occidente y en Italia Brunelleschi descubría las leyes de la perspectiva geométrica que permite representar en un espacio de dos dimensiones lo que en realidad tiene tres.

Jorge Vasari narra que «Felipe Brunelleschi, a « fines del trescientos, tanto reflexionó y estudió la « posibilidad de obtener la perspectiva hasta que « encontró de por sí mismo un sistema que ella pu« diera resultar justa y perfecta, que fué sacarla con « la planta y el perfil, y por vía de intersecación, « cosa verdaderamente ingeniosísima».

Del mismo modo que el niño no es capaz de apreciar las distancias y alarga los brazos para asir las estrellas, así los artistas primitivos no podían apreciar la tercera dimensión, la profundidad; sus figuras están representadas en un plano, superpuestas, procedimientos de representación que, como un retorno a la infancia, vuelve a repetirse cuando el arte decae, en la senectud.

El descubrimiento de las leyes de la perspectiva geométrica —ampliadas después con las de la perspectiva aérea por Pier della Francesca, «el descubridor del espacio pictórico»,— tiene una gran importancia porque comprueba que era aquélla una época «de madurez», ya que la razón acompañaba al sentimiento y a la observación seguía la reflexión.

Con Filippo Brunelleschi, —el hombre donado por el cielo para dar nuevas formas a la arquitectura— vuelven en una infinita teoría de arcadas y bóvedas los elementos principales de las estructuras romanas, mostrando al desnudo la nítida conformación geométrica.

No hablaremos de las innumerables obras de ese Maestro: escultor, ingeniero, arquitecto y poeta, porque nos alejaríamos del tema; dejaremos todas sus obras de escultura y arquitectura para detenernos en la cúpula de Santa María del Fiore, el exponente máximo del genio constructivo de Brunelleschi.



Cúpula de Brunelleschi

Según el concepto moderno, el proyecto primitivo de cúpula presentado por Brunelleschi al concurso fué abandonado por la «Comisión de los Cuatro Diputados» en 1419, la que encargó a Lorenzo Ghiberti y a Brunelleschi la elaboración de un nuevo proyecto, nombrando a ambos «proveedores de la construcción con el mismo salario y la misma autoridad». El proyecto de cúpula octogonal fué en realidad de Ghiberti, pero el mérito de haber llevado a la práctica la construcción de una bóveda doble de 42 metros de diámetro, lanzándola hacia los cielos a 109 metros de altura, utilizando cimbras móviles y venciendo las dificultades que se presentaban al cubrir con ella un espacio octogonal encerrado por muros ya existentes, es de Filippo Brunelleschi.

«Estructura tan grande —dirá León Battista Alberti— hecha sin ninguna ayuda de vigas o de maderamen, como en estos tiempos era increíble que se pudiera hacer, y como tal vez entre los antiguos no fué sabido ni conocido».

La construcción comenzó el 7 de agosto de 1420 y terminó el 30 de Agosto de 1436; en esos 16 años intervinieron en ella Lorenzo Ghiberti y más tarde Julián da Maiano; el primero colaborando en la construcción de la cúpula —según se ha dicho— y el segundo al agregar en 1461 la «lanterna» superior, ya ideada por Brunelleschi.

Al terminar la cúpula en 1436, la Corporación de los «Maestri di murare» acusó a Brunelleschi de haberla construído sin tener la facultad para hacerlo, puesto que él pertenecía a la Corporación de los Orfebres y no a la de «Maestri di murare». Y el Gobierno de la República de Florencia tomó tan en serio la acusación, que encarceló a Brunelleschi.

Se ha querido buscar en las creaciones de ese hombre genial la arcana teoría de relaciones musicales porque con él vuelven las construcciones romanas, no sólo en el predominio de lo horizontal, sino en la sucesión de los arcos de medio punto con sus sonoras cavidades de trompas interrumpidas por el silencio de los llenos.

Sin embargo, quien expresó claramente la idea de la relación entre la música y la arquitectura fué su discípulo, León Battista Alberti, arquitecto, ingeniero, músico, poeta, escultor, matemático, óptico, mecánico, filósofo, y uno de los más grandes exponentes del Renacimiento.

«Aquellos mismos números —dice Alberti— por
« los cuales acontece que el acorde de las voces sue-
« na bien a los oídos de los hombres, son los que
« llenan los ojos y las almas de un placer mara-
« villoso».

Más «romano» que Brunelleschi, en Alberti se encuentra la exaltación de la masa, especialmente visible en los arcos construídos y en la grandiosa cúpula proyectada para el templo de Segismundo Malatesta en Rímini. La cúpula no fué ejecutada y sólo quedó en el proyecto, pero se conoce por una medalla de Mateo Dei Pasti quien siguió la obra de Alberti.

La cúpula de Brunelleschi mantiene aun el desarrollo vertical característico del gótico; la de Alberti es «grave, ciega y hemiesférica». Brunelleschi es la gracia florentina, Alberti es la majestad romana. Si tuviéramos que buscar una cúpula *antecesora* a la que proyectó Miguel Angel para la iglesia de San Pedro, la encontraríamos en primer término en la del Pantheón, y en segundo término en la proyectada por Alberti para el templo de Malatesta.

Treinta y dos años de edad tenía Miguel Angel cuando Julio II encargó a Bramante el proyecto de la construcción de la Basílica de San Pedro, en el lugar donde, según la leyenda, sufrió el martirio el príncipe de los Apóstoles y donde el papa Nicolás V había hecho demoler una antigua basílica construída por Constantino.

Y Bramante, digno continuador de una raza de constructores y de artistas, traza en cruz la planta del gran templo, como el antiguo sacerdote trazaba el «templum» en el cielo y en la tierra.

«—Yo tomaré la cúpula del Pantheón —dice— y
« la alzaré sobre los arcos de la Basílica de Cons-
« tantino».

Empero, Bramante muere en 1541 y no puede ver terminado su grandioso proyecto; después de él, en

el curso de 120 años, desfilarán los titanes que construirán el templo máximo de la Divinidad.

A Bramante suceden Rafael, Fray Giocondo, Julián de Sangallo, Peruzzi, Miguel Angel, Vignola, Jaime della Porta y, por último, Maderna —quien cambia la planta en cruz griega por otra en cruz latina— y Bernini quien agrega los pórticos. El 18 de noviembre de 1626 el templo está terminado y el papa Urbano VIII lo consagra.

El edificio tiene m. 211,50 de longitud por 136 m. de altura; en su interior encierra 44 altares, 396 estatuas y 778 columnas; en el exterior otras 284 columnas se abren en dos pórticos que, cual brazos gigantescos, parecen querer abrazar el mundo. Esos pórticos —según dijimos— los proyectó Bernini, de acuerdo con la teoría de Vitruvio quien sostenía que la arquitectura está fundada en la figura humana; de la figura humana el templo constituye la cabeza, y la gran cúpula, la tiara.

La gran cúpula, de 45 metros de diámetro y 52 de altura a partir del techo de la basílica, es el apogeo de las bóvedas: el sueño de Bramante, proyectado por Miguel Angel y terminado por Jaime della Porta.

Ochenta y seis años de edad tenía Miguel Angel cuando dió fin al modelo según el cual el radio del tambor que sostiene la cúpula debía ser algo inferior a la altura de la misma, de modo que ésta resultaba aproximadamente esférica. Como todas las concepciones de Miguel Angel, la cúpula debía representar el esfuerzo eterno de lo humano para vencer el peso de lo divino.

Durante diez y ocho años dirigió Miguel Angel la «fábrica de San Pedro», desde 1546 hasta su muerte, acaecida en 1564. Le sucedieron Ligorio y el Viñola, y después Jaime della Porta quien aumentó la altura modificando el perfil dado por el modelo de Miguel Angel.

La cúpula es doble, como la de Brunelleschi, y llena de estupor no sólo por su magnitud sino porque, como todas las creaciones de Miguel Angel, ha quedado insuperada y porque en su construcción se han vencido todas las dificultades técnicas utilizan-



La fachada y la cúpula de la iglesia de San Pedro



La cúpula de San Pedro vista desde la parte posterior

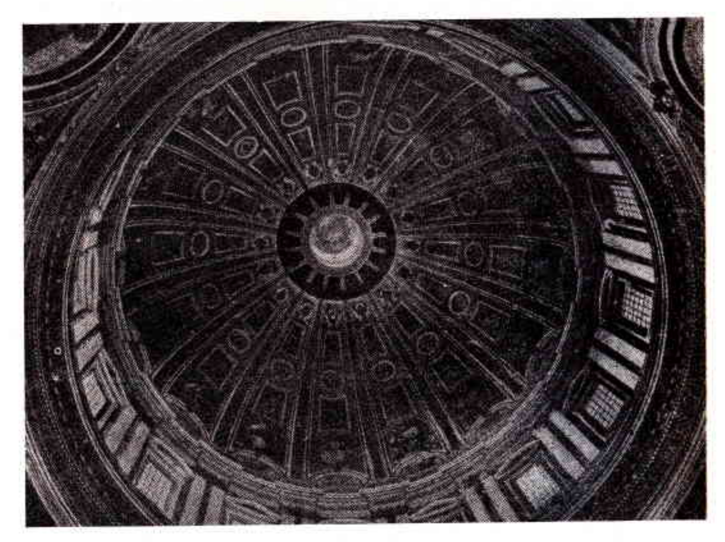
do la mínima cantidad de material: —es sabido que en la cúpula de San Pedro no hay una piedra más de las necesarias.

Vista desde el interior de la basílica, semeja una enorme campana, destinada como la del Pantheón a cubrir lo humano y lo divino; la luz que atraviesa los grandes ventanales del tambor disminuye hacia lo alto hasta que la oscuridad envuelve completamente el anillo en que se reunen los arcos que dividen la cúpula en 16 sectores. En el centro de esa oscuridad se abre una abertura circular a través de la cual penetra la luz con una claridad de aurora y se expande en una aureola de 16 rayos. En el proyecto de Miguel Angel esta luminosidad no existía; de acuerdo con su concepto la luz del cielo no debía verse: el cielo era una promesa.

Y aun constituye una promesa, porque el que recorre la gran nave de 187 metros de longitud, ve el crucero inundarse de una suave luminosidad que penetra, como en el Pantheón, desde lo alto, desde la morada de los dioses.

Otras cúpulas se levantan y se levantarán en el mundo; Cristóbal de Wren edificará en 1710 la iglesia de San Pablo, en Londres, tomando como modelo la basílica de San Pedro, y construirá sobre ella una cúpula tomando como modelo la de Miguel Angel. Después los sistemas constructivos progresarán y se idearán nuevos tipos de estructuras que darán lugar a nuevas formas arquitectónicas, pero siempre quedaremos admirados ante esa bóveda colosal al imaginarnos los conocimientos técnicos del proyectista y de los constructores para calcular los empujes, levantar los andamiajes, colocar las cimbras, tallar las piedras y transportar treinta mil toneladas de material a una altura prodigiosa, en el vacío sobre el vacío.

Porque Miguel Angel «no se contentó solamente « con el conocimiento de los principios de la arqui« tectura —dice su discípulo Ascanio Condiví— sino « que ha querido saber todo lo que, de cerca o de « lejos, realza esta ciencia, como trazar planos, puen« tes, andamios y otras cosas semejantes; y sobresa« lió tanto como los que profesan únicamente esta



La cúpula de la Iglesia de San Pedro desde el interior

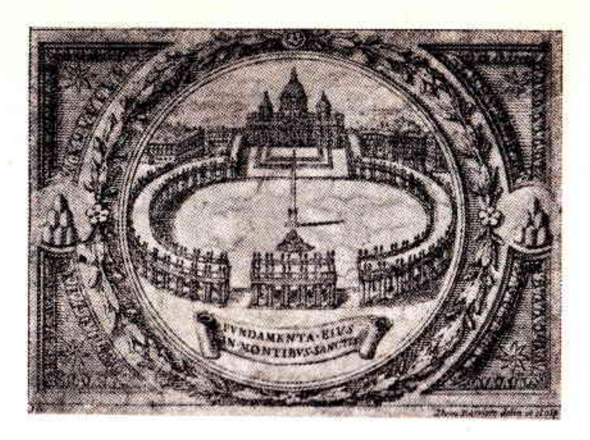
« ciencia. Dió prueba de ello, en los tiempos de Ju-
« lio II, de la siguiente manera: Como Miguel Angel
« debía pintar la bóveda de la Capilla de Sixto, el
« papa ordenó a Bramante hacer la andamiada. Este,
« por muy arquitecto que fuera, no sabiendo como
« ingeniárselas, horadó la bóveda en varios puntos
« e hizo bajar por allí algunos maderos para soste-
« ner el puente. Viéndolos, Miguel Angel se rió
« mucho y preguntó a Bramante cómo haría, cuan-
« do llegara a ellos, para pintar los agujeros. Bra-
« mante se contentó con responder que no podía ha-
« cerlo de otro modo. La cosa llegó a oídos del papa
« y, como Bramante replicara de igual manera, Ju.
« lio II, volviéndose hacia Miguel Angel, le dijo:
« Puesto que ese puente no te conviene, anda y haz
« uno a tu manera.

«Entonces Miguel Angel desmontó todo el anda-
« mio e hizo retirar de él tantos materiales que, ha-
« biéndolos regalado a un hombre pobre, ayudante
« suyo, pudo éste, revendiéndolos, casar con ello a
« sus hijas. Enseguida erigió otro y tan bien puesto,
« que ningún otro podía ser más sólido, cualquiera
« fuese el peso que soportara».

Nadie puso nunca en duda el genio de Miguel Angel como arquitecto, a no ser el mismo Miguel Angel. Cuando el papa Pablo III quiso nombrarlo «arquitecto de la Fábrica de San Pedro», a la muerte de Antonio Sangallo, «Miguel Angel declinó el empleo —dice Condivi— alegando que no era en absoluto su oficio. Lo rehusó de tal modo que fué necesario que el papa se lo intimara por un motu propio de los más extensos».

«Por este empleo jamás quiso Miguel Angel recibir nada, y él ha persistido en que su voluntad fuera así estipulada en el motu propio».

Y cuando el papa Pablo le envió cien escudos de oro como pago de la primera mensualidad, «Miguel Angel no quiso recibirlos, diciendo que no era tal el pacto celebrado y se los devolvió al papa quien se irritó por ello». Pero «la cólera del papa —termina diciendo Condivi —no hizo cambiar a Miguel Angel de su resolución».



La Plaza y la Iglesia de San Pedro (De un grabado del siglo XVII)


La cúpula de la Iglesia de San Pablo en Londres

XV

Obras hidráulicas en el Renacimiento

El Rhin entra en Holanda con un ancho de 700 metros, cambia la dirección de su curso, se subdivide, se expande, y por último termina por cambiar hasta de nombre. El brazo derecho, después de enviar hacia el norte tres diramaciones: el Yssel, el Vecht y el Viejo Rhin, se llama sucesivamente Rhin Inferior, Lek y Nueva Mosa, desembocando en el Mar del Norte por un canal artificial. El brazo izquierdo se llama Waal hasta Wondrichen, donde se une con la Mosa; allí toma el nombre de Mervede y lo conserva hasta Dordrecht, en cuyo lugar se divide en varias ramas que van a morir en el Mar del Norte.

El delta así formado se une y se entrelaza con el de la Mosa y el de la Escalda; el conjunto de islas que comprende los tres deltas unidos es «la tierra baja», *Nederland*, o, si se quiere, «la tierra hueca», *Holland*.

Antiguamente existía una barrera de dunas que comenzaba en el Sur de Holanda y terminaba en el Norte de Jutlandia; esa barrera defendía la tierra de la invasión del mar, pero las aguas la destruyeron e inundaron la región. Las catástrofes se sucedieron durante los siglos XII y XIII, culminando en la espantosa tempestad del 18 de Noviembre de 1421, cuando las aguas invadieron el Biesboch destruyendo setenta y dos villas y sepultando cien mil personas bajo sus olas. La cúspide del campanario de una Catedral quedó fuera del nivel del agua durante la baja marea; después de algunos años desapareció. Pero, dice la leyenda, aun se oyen

surgir de los abismos los tañidos lúgubres de las campanas de la Catedral sumergida.

Con una tenacidad ejemplar los holandeses emprendieron la lucha contra la invasión de las aguas; y ese pueblo de ingenieros, de agricultores y de navegantes fué «construyendo su patria», en el sentido literal de la frase.

«Dios creó el mundo, pero no Holanda, y la crearos los holandeses» es la frase que se repite allí con cierto orgullo.

Ya hemos hablado de los canales construídos por los Romanos cuando la actual Holanda formaba parte de la provincia de «Germania Inferior» y, por consiguiente, del Imperio Romano. Hace veinte siglos, pues, que la tierra holandesa ha sido escenario no sólo de luchas entre los hombres, sino —y muy especialmente— de las luchas más formidables entre el hombre y la naturaleza. Y como las primeras duraron años y las segundas duran siglos, es conveniente detenerse sobre las últimas.

Holanda puede ser considerada, según se ha dicho, un inmenso delta común al Rhin, a la Mosa y a la Escalda; los ríos y arroyos que atraviesan el delta forman una red inextricable y, como la pendiente es casi nula y la tierra es llana, los cursos de agua se cruzan, se separan, se vuelven a unir, cambiando de recorrido espontáneamente o dejando que lo cambie la mano del hombre.

Si no se hubiesen construído digas que obligan a las aguas a seguir un determinado lecho, los efectos de las crecientes hubieran sido desastrosos; la altura de estas digas es tal que en algunos lugares el nivel del agua que ellas encierran es superior al del techo de las casas construídas detrás de las digas, de modo que los barcos pasan al nivel del primer piso de los edificios.

Naturalmente las aguas filtran a través de las digas; para impedir el efecto de estas filtraciones se usaron bombas movidas por molinos de viento, cuyas grandes aspas dan la nota característica al paisaje holandés.

Puesto que la pendiente en los canales es muy pequeña, las materias sólidas se acumularían en el

fondo si cada tanto no se hubiesen construído unos espigones que, dando cierta rapidez a la corriente, impiden la formación de depósitos.

La victoria en la lucha sólo es posible mediante la coordinación de los esfuerzos, esta coordinación se obtuvo en Holanda con la creación de un cuerpo especial de ingenieros, el «Waterstaat», o sea «Estado del Agua». El «Estado del Agua» fué creado en 1579 con el objeto de cuidar las digas marítimas y el drenaje de los terrenos anegadizos. Estos últimos fueron divididos en parcelas, separados por digas y desecados por medio de 1700 molinos de viento introducidos en el siglo XVI, a los cuales se unieron en el siglo pasado las máquinas a vapor; y en el siglo presente, los motores eléctricos.

Se recordará que las digas construídas en China hace cuarenta siglos en las márgenes de Hoang Ho estaban formadas por tierra arcillosa y varas de sorgo; los holandeses han construído sus digas en forma semejante: tierra arcillosa y fajinas, levantando el todo por capas horizontales sobre balsas que se hundían en el momento oportuno. Es claro que para este trabajo es necesaria una gran habilidad de organización, lo cual no ha sido difícil conseguir ya que los ingenieros holandeses han sido siempre considerados en la hidráulica entre los mejores del mundo, tanto que puede decirse que es a los ingenieros a quienes Holanda debe su existencia.

El resultado obtenido en la lucha contra el mar indujo a tratar de recuperar las tierras que el agua había conquistado en el Zuiderzee, cuando, después de haber roto las dunas que se extendían desde Flandes hasta Jutlandia, el mar invadió el Dollart, el Lauwerzee y el Zuiderzee y dió a la costa de Holanda la forma que indicaban los mapas hasta hace unos treinta años.

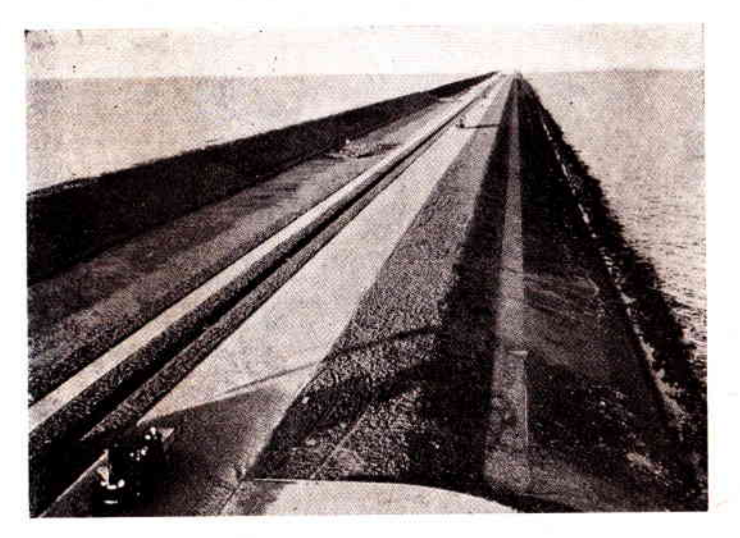
Los proyectos fueron muchos desde la ruptura de las dunas hasta principio de este siglo; de todos ellos el que al final se puso en práctica fué el del ingeniero Lely quien —como es sabido— ideó la construcción de una grandiosa diga de 30 km. de longitud, de 155 metros de espesor en la base y 90

metros en la parte superior, diga que tenía por objeto cerrar la entrada al Zuiderzee y formar un lago en correspondencia a la desembocadura del río Yssel. La zona restante sería transformada en «polders», o sea en tierra arable más baja que el nivel del mar, la que —por consiguiente— necesita digas de defensa y máquinas para desagotar el agua de lluvia que se empantanaría por falta de pendiente y desagote natural.

Los trabajos se iniciaron en 1917, y la obra principal —la construcción de la gran diga— se efectuó por trozos, dejando entre ellos los intervalos necesarios para el movimiento del oleaje. Estos intervalos se llenaron después, venciendo la violencia de las aguas que se precipitaban con extraordinaria velocidad por los espacios que se cerraban. La diga antedicha, que costó 122 millones de florines, se terminó en 1932, y a ella es necesario agregar otros 14 km. que transformaron el lago de Weringen en una isla cultivada. El costo de todas las obras es de 590 millones de florines, y si se suman los intereses, se llega a un total de mil millones de florines.

El beneficio consiste en cuatro «polders», es decir cuatro grandes extensiones de tierra de labor, llamados «del Noroeste, del Suroeste, del Sureste y del Noreste», con una superficie total de 224.000 hectáreas, que se suman a los polders de Beemster, creado en 1612; al de Harlem, del 1840, etc., formando un total de 11.960 km² de tierras ganadas al mar por el Waterstaat en una lucha de cuatro siglos —desde el Renacimiento hasta nuestros días— por doce generaciones de titanes.

La potencia de las plantas eléctrica es tal que la de Groninga permite desagotar seis millones de metros cúbicos de agua por día, y otros tantos la de Frisia. Empero, si resultan admirables la grandiosidad de estas plantas y la utilización de dragas gigantescas, júzguese cuánto más admirable debe haber sido la tenacidad de los ingenieros del Waterstaat, de esos ingenieros del Renacimiento, desprovistos de los medios mecánicos modernos y de las modernas fuentes de energía, que emprendieron la lucha contra los elementos confiados sólo en la potencia del propio intelecto, en el poder del «ingenio».



La gran diga del Zuiderzee

La catástrofe que formó el Zuiderzee abrió a una pobre estación de pescadores, situada en la orilla del río Amstel, las puertas del océano. Se fundaron en ella barrios nuevos con casas construídas sobre pilotes y distribuídas en zonas concéntricas; las islas comprendidas entre cincuenta canales semicirculares comunicantes por canales transversales formaron la ciudad, la que tomó su nombre —Amsterdam— del río Amstel que la atraviesa («dam» quiere decir diga).

Y Amsterdam —fundada sobre cabezas de arenques, según un proverbio holandés— fué meta de todos los refugiados de las guerras de independencia, sede de la Compañía de las Indias, de los Elzevires, de los talladores de diamantes, de las fábricas de sulfato de quinina, de las pescaderías de arenques y de anchoas, y de los astilleros de construcciones navales.

En el siglo XVIII Holanda, y en consecuencia Amsterdam, decayó; el puerto se llenó de arena y sólo quedó el recuerdo de la antigua actividad. Pero en 1815 se abrió el canal de Nord-Holland hasta Helder en 1825, y a éste siguieron dos canales más: el de Merwede que une la ciudad con la desembocadura del Rhin, y el de Ijmuiden que la pone en comunicación directa con el Mar del Norte. Y los canales infundieron una vida nueva a la ciudad adormecida.

Porque el principio «ubi aqua ibi vita» no está mejor demostrado que con la construcción de canales, especialmente en las regiones de llanura.

Desde el siglo XII la ciudad de Milán inició la construcción de canales que debían ponerla en comunicación por vías de agua con Suiza y con el mar. Y lo más extraordinario, lo que es digno de ejemplo porque demuestra la excepcional vitalidad de un pueblo que renace de sus cenizas, es el considerar que Milán fué destruída y sus ciudadanos dispersados por Federico Barbarroja en 1162; en 1167 —cinco años después— esos mismos ciudadanos vuelven a reunirse y comienzan la reconstrucción de su ciudad; en 1176 —catorce años después de la destrucción— los milaneses destrozan el ejército de Federico Barbarroja en la batalla de Legnano, y al año siguiente —en 1177— inician la construcción del canal que, con el nombre de «Naviglio Grande», debía llevar las aguas del río Tesino hasta Milán. En el período de 15 años la ciudad es destruída, reconstruída, derrota al emperador, se erige en Comuna independiente y comienza la construcción de un canal que debía unirla con Suiza a través del Tesino y del Lago Mayor, canal de 50 km. de longitud que serviría durante los siglos para la navegación, la industria y la agricultura.

La historia no ha conservado el nombre del constructor ni del proyectista; tal vez sería —dice un historiador— un campesino «de mucho talento», porque debiendo salvar un desnivel de casi 30 metros en el primer trozo, y no conociéndose las esclusas, lo hizo serpentear para que la pendiente fuerte no impidiese la navegación.

Mientras se terminaba el «Naviglio Grande» se inició en 1220 la construcción de otro canal, el de la «Muzza», para unir Milán con el Adda. al Norte de la desembocadura de este río con el Po; a éstos siguieron el «de Pavía», iniciado en 1359 y transformado en navegable a principios del siglo pasado; el de Bereguardo, construído de 1457 al 1487; el Interno de Milán (1440-1497); el de la Martesana (1457-1550) y el de Paderno (1518-1777), —en una longitud total de más de 150 km. que irrigan la Lombardía. Se calcula que todas estas obras, que proporcionan 32 millones de metros cúbicos de agua por día hayan costado de 20 a 25 millones de pesos de nuestra actual moneda.

La construcción del «Duomo» dió gran importancia al «Naviglio Grande» porque éste servía para el transporte de los mármoles necesarios para la obra. Empero, como al entrar en Milán el «Naviglio» quedaba lejos del obrador y había un cierto desnivel, los constructores —«campesinos de mucho talento»— pensaron detener la corriente de un riachuelo, el Vetabia, de modo que creciendo las aguas transportaban las chatas con el mármol hasta un barrio que se llamaba Santa Croce; desde allí se dirigían, ya a un nivel superior, a otro lago cerca de San Esteban.

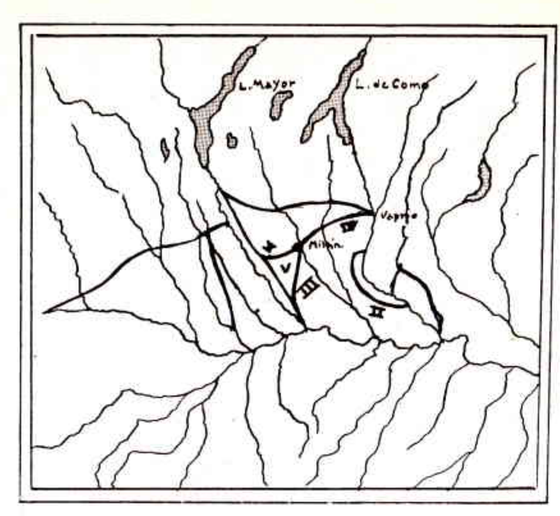
El sistema rudimentario precedía el invento de

las esclusas, las que posteriormente —en 1452— son descripta por León Battista Alberti en «De re aedificatoria», y más posteriormente aún por el ingeniero holandés Simón Stevin, en su «Tratado de las fortificaciones para esclusas», editado en 1608.

Treinta y cinco esclusas se construyeron en los canales, de las cuales cinco corresponden al «Interno», proyectado por Leonardo da Vinci, y destinado a unir el Naviglio Grande con el Canal de la Martesana. Este último fué construído por el ingeniero Bértoli, en 1457, y Leonardo agregó un proyecto suyo destinado a continuar la navegación desde Milán hasta el Lago de Como; el proyecto consistía en abrir un canal desde Tresso hasta Brivio y formar en Brivio dos represas de seis millas y medio. Este proyecto, del cual se conservan los cálculos y los dibujos de Leonardo, fué exhumado casi cien años después por el ingeniero Meda, quien, en vista que el desnivel es de 28 metros en una milla, interponía dos esclusas, una de 6 metros y otra de 18.

Corría el año 1580 y en Lombardía dominaba el rey de España; ya Meda había vencido «la hostilidad que a las novedades opone el vulgo ignorante y el vulgo docto», cuando tuvo que esperar la aprobación del rey de España Felipe II. Diez años tardó Felipe II para estudiar el proyecto y dar su aprobación, y cuando ésta llegó, los contratistas no mantuvieron lo prometido, los operarios se indisciplinaron, las crecientes extraordinarias e insólitas hicieron el resto, y el Gobernador de Milán, en nombre de su majestad Felipe II, ordenó que fuese encarcelado el ingeniero Meda. Sólo dos siglos después en 1773, el ingeniero Nosetti reanudó las obras substituyendo las dos esclusas por seis esclusas, y dió fin a los trabajos en 1777.

Pero no habían terminado con la prisión las desgracias del ingeniero Meda. Excarcelado, se le encargó de estudiar el canal de Milán a Pavía, comenzado en 1359 y no terminado aún. La terminación costaría, según los estudios de Meda, 76.500 escudos; la Comuna contribuyó con 50.000 escudos y el gobierno de España debía contribuir con el resto. Pero el gobernador español Fuentes quiso que



Esquema de los canales de Lombardía: I) Naviglio grande; II) Muzza; III) Canal de Pavia; IV) Martesana; V) Canal de Paderno



Un canal de Lombardía

la gloria de hacer navegable el canal de Pavía cayese sólo sobre él y, ya en posesión del dinero necesario, eliminó al ingeniero Meda. En lugar de los 76.500 escudos previstos por ese ingeniero, el gobernador Fuentes gastó 111.500 sin que terminara el trabajo, el cual fué suspendido definitivamente en 1611.

Pasaron casi dos siglos, hasta que en 1805 apareció un decreto de Napoleón, decreto que dice textualmente: «El Canal de Milán a Pavía será hecho navegable. Me será presentado el proyecto antes del 1º de Octubre. Los trabajos serán terminados dentro de ocho años. Mantua, 20 de Junio de 1805».

Tomaron parte en la redacción del proyecto los ingenieros Giussani y Giúdici y el matemático Brunacci; empezadas las obras el ingeniero Carlos Parea substituyó a Giúdici en 1809. Los trabajos no se terminaron en ocho años porque los acontecimientos políticos obligaron a suspenderlos en 1813; pero, recomenzados en 1817, fueron terminados en 1819. Tardaron, pues, sin contar la suspensión obligada por las circunstancias, nueve años, es decir uno más que lo calculado por Napoleón.

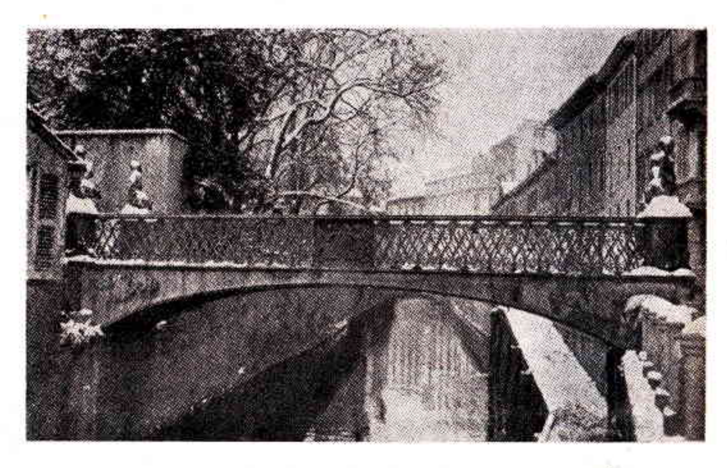
Las últimas épocas a que nos hemos referido eran épocas de decadencia para la Lombardía, decadencia provocada especialmente por la dominación española cuyos exponentes se habrán notado perfectamente en la actitud hacia el ingeniero Meda, en los 111.500 escudos gastados por el gobernador Fuentes, y en los 10 años que tardó su majestad Felipe II en dar su beneplácito a un proyecto.

Pero, antes de la dominación española, y precisamente en el siglo XIII, la construcción de canales había hecho de Milán una de las ciudades más pobladas del mundo. Así por ejemplo, en el 1300 Londres tenía 35.000 habitantes; Cremona 80.000; Florencia y Siena, 100.000 habitantes cada una; Génova, 100.000; Pisa, 150.000; y Milán y Venecia 200.000 cada una.

De los 100.000 habitantes de Florencia, treinta mil eran inscriptos en el «arte de la lana» y diez mil eran estudiantes, porque la industria y el comercio impulsaban a la instrucción y a los viajes



Tipo de embarcación en los canales de Lombardía.



Canal interno de Milán

«En Florencia quien no es mercader —escribía en aquel tiempo Giorgio Dati— y quien no haya explorado el mundo (cerco il mondo) y visto extrañas naciones de gentes, y vuelot a su patria con haberes, no es considerado (non é riputato da niente)».

De ese ambiente salió Américo Vespucio, cuyas «Chartae Américhae» debían dar el nombre al Nuevo Mundo; y de ese ambiente salió la familia de los Médicis, familia de mercaderes que debía dar su nombre a una época de esplendor y ligarlo a la Historia del Arte y a la Historia de la Ingeniería.

Es conocida la figura de Cosme el Viejo, gran mercader y gran señor, quien en treinta años gastó unos cien millones de florines de su peculio para obras públicas y privadas, y es más conocida aun la figura del nieto de Cosme, Lorenzo «el Magnífico». Menos conocido es Julián de Médicis, hijo de Lorenzo y hermano del papa León X. El papa había pedido a sus técnicos un proyecto de desecación de los Pantanos Pontinos, cuando Julián de Médicis solicitó que se le encargara a él la obra para que pusiera en práctica el proyecto de Leonardo da Vinci.

Debe notarse, de paso, que Julián y Leonardo eran unidos por una gran amistad y la influencia del primero evitó a Leonardo la acusación de nigromancia, contentándose sólo sus Eminencias con prohibirle la continuación de sus estudios de anatomía y la entrada a los hospitales.

Del estudio de la región de los Pantanos se deduce que los ríos que bajan de los Montes Lepinos, a oriente de la Vía Apia, disminuyen su velocidad al llegar a la llanura e inundan la región. El proyecto de Leonardo consistía en reunir en un gran colector el «Ninpha Flumen», paralelo a la Vía Apia y destinado a recoger las aguas de todos los ríos (el Tinara, el Ninfa, el Puza, el Ufente y el Amaseno, afluentes estos dos últimos del Liola). No nos detendremos sobre los detalles del proyecto; sólo haremos notar que la importancia mayor del mismo consiste en haber modificado el sistema antiguo de las «colmate», o sea el de dejar depositar las sus-



Los pantanos pontinos. En el fondo los Montes Lepinos

tancias sólidas en suspensión, por el de canales colectores, procedimiento que es el usado actualmente.

Los trabajos fueron iniciados en 1515, bajo a dirección de Juan Scotti y de acuerdo con el proyecto de Leonardo; pero la muerte de Julián de Médicis, acaecida en 1516, y la partida de Leonardo, cansado y desilusionado, para Francia, determinaron la suspensión de las obras.

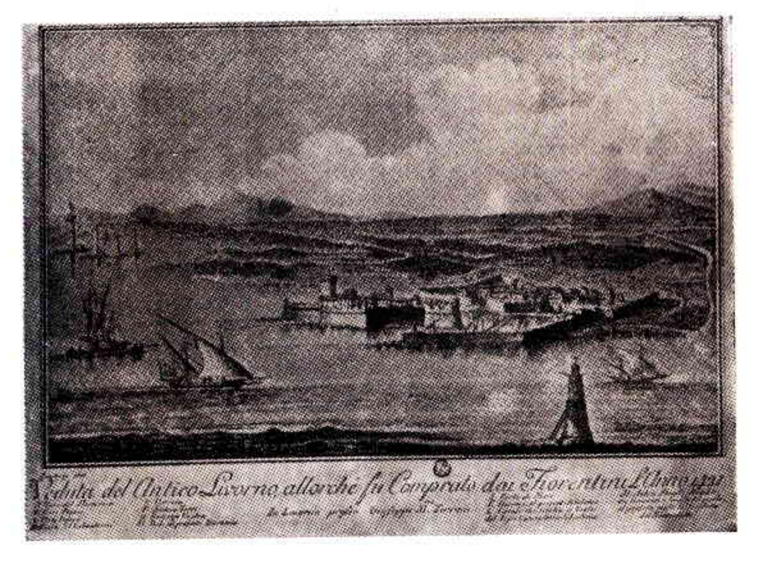
Estas fueron reiniciadas 250 años después, en 1775, por el papa Pío VI quien se apartó del proyecto de Leonardo y cometió el error de hacer dirigir todas las aguas a un único colector, llamado «línea Pía», lo cual, agregado a los acontecimientos políticos, determinó una nueva suspensión de los trabajos.

Se debe a otra rama de los Médicis, descendiente de un hermano de Cosme el Viejo (Lorenzo), el primer impulso dado al saneamiento de Val de Chiana y la construcción del puerto y de la ciudad de Liorna.

Para Florencia era vital el libre acceso al mar porque la angustia de su territorio obligaba a sus ciudadanos a dedicarse a la industria y al comercio. Por eso Florencia cultivó la amistad con Pisa, ciudad situada en la desembocadura del Arno, durante la época de esplendor de ésta, y la conquistó cuando la potencia de Pisa había caído. Pero, cuando los arrastres del Arno, alejando la desembocadura del río, causaron la inutilización del puerto de Pisa, Florencia se decidió a construir otro, para lo cual compró a Génova el Faro y las fortificaciones al sur del Arno.

Si los florentinos eran comerciantes los genoveses no lo eran menos, ya que en 1421 vendieron a aquéllos por 100.000 florines el faro y las fortificaciones que en 1407 habían comprado por 26.000. Un beneficio de 74.000 florines en 14 años, o sea un 20 % anual, en cifras redondas.

Sin embargo, para Florencia fué un buen negocio también, porque inmediatamente construyó nuevas fortificaciones, un canal (Canal dei Navicelli) que permitía la navegación hasta Pisa y desde allí por el Arno hasta Florencia, un puerto, una dársena (dársena Medicéea) y un astillero, del cual al año



El faro y las fortificaciones de Liorna en 1421
(De un antiguo grabado)

siguiente salió la primera galera llevando el pabellón de Florencia, república «de tierra adentro».

Donde estaban las pobres chozas de pescadores surgió la ciudad, la cual, por la «ley livornina» que creaba el *puerto franco*, se pobló rápidamente de hebreos españoles, de corsos, de genoveses, griegos y franceses. En 1571 fué ampliado el puerto y en 1595 la escuadra de los «Caballeros de San Esteban» de los cuales Fernando I de Médicis era el Gran Maestre, destrozó a los piratas berberiscos.

Y así, gracias a los Médicis, y especialmente a Fernando I, Florencia substituyó Pisa con otra ciudad y tuvo una escuadra y un puerto cuya importancia llegó a ser tan grande que a la vista del mismo las flotas inglesa y holandesa entraron en batalla el 13 marzo de 1653 para disputarse el monopolio; venció Holanda, que fué la única nación extranjera que en aquel entonces tuvo el permiso de importar y exportar del puerto de Liorna.

Y gracias a los Médicis también, fué dado el primer impulso al saneamiento de Val de Chiana, saneamiento cuya terminación fué debido a los sucesores de los Médicis, los Lorena.

En la época terciaria el Arno no desembocaba en el mar, sino en un lago del cual salía un emisario para el Tíber. La rotura de las montañas que unían Pratomagno con los montes del Chianti formó unas gargantas (gargantas del «Embudo» y del «Infierno») por las que se precipitó el Arno torciendo su curso primero hacia el Norte y después hacia el Oeste. Del antiguo lago quedaron los restos, que son los actuales lagos de Chiusi, Montepulciano y Trasimeno, y su lecho formó un gran valle en el cual se empantanaban los torrentes que bajan de las montañas circundantes.

Los etruscos habían saneado estos lugares y los romanos habían hecho pasar por allí una carretera, la «Vía Cassia»; los terrenos eran tan salubres en tiempo de los etruscos que la región se pobló de ciudades, algunas de ellas famosas como Cortona, la llamada «abuela de Roma», ya que —según dijimos— la leyenda narra que los de Cortona fundaron Troya.

Las invasiones bárbaras destruyeron las obras

etruscas y romanas, y volvió con los pantanos la malaria; tanto que en la Divina Comedia Dante cita a Val de Chiana como una zona infecta (Infierno XXIX, 46-47) y al río Chiana como un río de corriente sumamente lenta (Paraíso XIII, 23).

Las obras de desecamientos que se resolvió llevar a cabo fueron comenzadas en 1551 por Antonio Ricasoli, quien escavó el «Canal Maestro» que lleva al Arno, cerca de Arezzo, el agua que recibe de los torrentes. Dos siglos después, cuando los arrastres habían separados los lagos de Montepulciano y de Chiusi, se construyó una diga y se separaron las aguas: unas siguieron hacia el Norte por el Canal Maestro y desembocaron en el Arno, otras siguieron hacia el Sur por el Canal de la Chiana y por el río Paglia, afluente del Tiber, y llegaron al mar por este último río. Otros colectores, construídos en el siglo pasado, completaron —junto a la canalización de los torrentes— el desecamiento cuyo primer impulso data del siglo XVI y fué debido, según dijimos, a los Médicis.

Dos siglos antes, y precisamente en el 1295, o sea en el mismo año en que Dante escribía la «Vita Nuova», Marco Polo ha vuelto del Oriente, arma una galera, toma parte en el año siguiente a la batalla de Cúrzola entre 66 galeras venecianas y 76 genovesas, cae prisionero de los genoveses y en la cárcel dicta el relato de viaje a Rusticiano de Pisa, su compañero de cautiverio. El libro, dictado por Marco Polo y escrito por Rusticiano, se titula «El libro de las Maravillas del Mundo», y comienza con estas palabras:

«Para saber la pura verdad de diversas regiones del mundo, tomad este libro y leédle. En él hallaréis las extraordinarias maravillas que están escritas de la Gran Armenia, y de Persia, y de los Tártaros, y de India, y de otras muchas provincias, así como nuestro libro os contará, todo con buen orden, lo que Maese Marco Polo, sabio y noble ciudadano de Venecia relata porque lo vió; y aunque haya en el libro cosas que él no vió, las oyó de hombres dignos de crédito. Y por eso ponemos las cosas vistas como vistas y las oídas como oídas, para

que nuestro libro sea recto y verdadero, sin ninguna falsedad. Y todo el que este libro oiga y lee debe creerle, porque todas son cosas verdaderas; pues os hago saber que después que nuestro Señor hizo a Adán, nuestro primer padre, no hubo hombre de ninguna generación que recorriese tan diversas partes del mundo ni viera tan grandes maravillas como ese Marco Polo. Y por esto pensó que obraría muy mal si no hacía escribir lo que había visto y oído con verdad, para que las otras gentes que no lo han visto ni oído lo sepan por este libro. Y así os digo que para adquirir este saber permaneció en aquellas diversas partes XXVI años».

Dante, el sobrestante de la «Strada di San Prócolo», el poeta formidable que viajó en los reinos de ultratumba, debía errar en el destierro antes de ser condenado a muerte en contumacia; y Marco Polo, cuya estatua es la del único europeo que se venera en el templo de Cantón entre los dioses tutelares de China, dictaba el relato de su viaje a través de un mundo maravilloso, en una prisión de su tierra, después de haber sido el sabio consejero del Gran Khan Kubilai, el Gobernador de Han Chu, y el Enviado Especial del Gran Khan en el Shan Si, en el Yu Nan y en Irawadi, «el país de las torres de oro y plata que titinean al viento».

Solamente un veneciano podía ser designado por el destino para establecer el contacto entre el Extremo Oriente milenario y un Occidente que renacía. Allá la lucha secular de los emperadores contra la furia de las aguas, contra el «río terrible»; acá la lucha secular de un pueblo para fundar una ciudad y un imperio en «un suelo que huía bajo sus pies», en una tierra que el mar absorbía lentamente.

Y, puesto en la alternativa de luchar contra el mar o de morir, ese pueblo descendiente de romanos y de etruscos euganeos, ese pueblo de héroes, opta por el procedimiento más glorioso: se lanza hacia el mar, construye sobre el mar, lo sujeta a su dominio y, cuando el resto del mundo estaba sumido en las tinieblas del feudalismo funda en el mar una república que, caso único en la historia, impidió durante trece siglos que penetrara en ella un enemigo.

15.000 palacios sobre 117 islotes separados por 150 canales y unidos por 400 puentes: he aquí la patria construída por ese conjunto de hombres que no se contentó de hacer surgir de las aguas a su ciudad natal, sino que se propuso dominar al mismo elemento del cual había surgido.

E hinca millares y millares de pilotes, funda sobre ellos millares de edificios y centenares de puentes, desvía los torrentes que desaguaban en las lagunas, construye canales para proteger el puerto de los aluviones, funda sobre el mar su Arsenal, el «Arzaná de Viniziani» de Dante, donde Antonio Da Ponte construye en el siglo XVI el inmenso cobertizo de 316 metros de longitud, proporciona 480 barcos a la cuarta cruzada en 1203, conquista Constantinopla, obtiene los tres octavos del imperio de Oriente, y, cuando no había transcurrido un siglo que la República había comenzado la construcción del Arsenal, el Dux era proclamado «Dux de Venecia, Croacia, Dalmacia y de un cuarto y medio del Imperio de Oriente», lanzando a la mar una flota de 3300 barcos para limpiar las aguas de piratas eslavos, de sarracenos y de turcos.

Y después, como para ocultar esta soberbia lección de energía, ese conjunto de héroes llena de mármoles sus palacios y sus puentes, cubre los techos y las cúpulas con un manto de oro y de púrpura, y envuelve a toda la ciudad «virgen y reina» en un velo de romanticismo y de poesía.

«No son los soberbios palacios, no es la magnífica basílica de San Marcos —dice Fisher— los más hermosos monumentos de la potencia y de la energía de los venecianos, sino la laguna misma».

La obra máxima de los ingenieros venecianos consistió en impedir el enterramiento de la laguna, lo que hubiera causado la muerte de Venecia; y para eso construyeron canales de tal modo que los ríos que desembocaban en el Adriático, entre el Po y el Adigio, desembocaran treinta kilómetros más al Norte o más al Sur de la laguna.

Y para canalizar los ríos fué necesario que Vene-

cia conquistara con las armas las tierras que aquellos atravesaban: para luchar contra la naturaleza tuvo que luchar antes contra los hombres.

El río Sile fué hecho desembocar en el Piave después de regularizar la desembocadura de este último: al río Brenta se le asignó el fin de su curso cerca de la desembocadura del Adigio; después fueron desviadas y regularizadas todas las bocas del Po, se construyeron grandes digas, se mantuvieron los canales de modo que el flujo de la marea renovara las aguas y el reflujo llevara los materiales acumulados y, por último, cuando la República estaba por morir, después de trece siglos de gloria, el ingeniero Zendrini construye en el siglo XVIII los ciclópeos «murazzi», enormes muros de contención de 10.000 metros de longitud y 10 metros de altura, para defender el lido que protege la laguna. E involuntariamente asoma a nuestra memoria el recuerdo del antiguo romano que antes de morir se cubre con la toga para morir con dignidad.

Actualmente la «autostrada» que por 34 km., de los cuales 24 en línea recta, une Padua con Venecia a través del Puente de la Laguna, de 3600 metros de longitud, cruza una de las regiones más cultivadas y más hermosas de Italia, entre ríos y canales cuyas aguas llevan la vida que perennemente se renueva.

Es obra de los ingenieros, pues, no sólo la construcción, sino la conservación de Venecia, puente tendido hacia el Oriente y baluarte inexpugnable contra la invasión turca hacia el Occidente. Y es mérito de los ingenieros venecianos si en el siglo XIII Martín Canal pudo escribir en idioma de Provenza: «Venise est ocendroit la plus belle et la plus plaissante dou siecle. Les mercandies i corent par cele noble cité, come fait l'eive de fontaines».

Es difícil que quien navegue por «la plácida laguna» recuerde que sin los esfuerzos de los ingenieros venecianos las lagunas estarían cegadas desde hace siglos, que Venecia no hubiera existido, que nadie hubiera impedido que los turcos ocuparan Italia como ocuparon Grecia y que, en consecuencia, el Renacimiento —del cual deriva en línea recta todo lo moderno— hubiera muerto al nacer.

Y por una de esas aberraciones que suelen presentarse amenudo en la historia, mientras Venecia mantenía encerrada a la escuadra turca en el Levante, alejada de las tierras de la cristiandad, los estados cristianos de Occidente se coaligaron en Cambrai contra Venecia, bajo la dirección espiritual y temporal de un papa. Venecia tuvo que combatir al mismo tiempo contra el Emperador de Alemania, el Rey de Francia, el papa, el rey de España, el duque de Saboya y el duque de Mantua.

La Serenísima República salió indemne de la tremenda prueba, la coalición se deshizo y de la Liga de Cambrai sólo quedó su recuerdo como muestra de la estupidez humana y de la energía de una ciudad que, nacida del mar como Venus, parece recibir del mar el don de la eterna juventud.

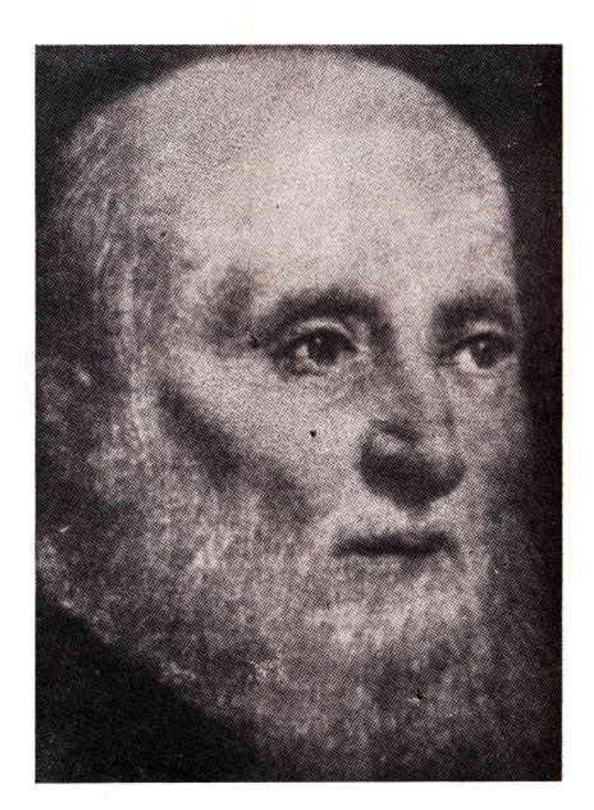
Porque una excursión por Venecia no es una excursión arqueológica; en sus canales, en sus plazas, en su Arsenal, en sus casas, en sus palacios, palpita la vida como palpitaba hace mil cuatrocienots años. Esta es la obra de los ingenieros venecianos, en siglos de lucha y de trabajo contínuo y silencioso contra la naturaleza y contra el tiempo.

Los «moros» de la Torre del Reloj, en la Plaza de San Marcos, tocan las horas. Fueron colocados sobre la elegante torre por Mauro Coducci, después que los fundió Ambrogio delle Ancore sobre un modelo de Pablo Savin, en 1497. Hace 454 años que «los hombres de bronce» martillean en la campana y marcan el lento pasar de las horas, de los días, de los siglos.

Cuando fueron colocados vivía Luigi Cornaro, el viejo ingeniero que a los noventa y cinco años escribió su cuarto discurso para aconsejar el método a seguir a fin de vivir largamente y probar las satisfacciones que produce una larga vida. «La prime-
« ra de estas satisfacciones —dice el viejo ingenie-
« ro— consiste en ser útil a su querida patria. ¡Qué
« gloriosa satisfacción es ésta de la cual gozo infi-
« nitamente! He indicado el procedimiento para con-
« servar a mi patria su tan importante laguna y puer-



La Plaza de San Marcos. En el fondo la Torre del Reloj



Luigi Cornaro

«to, de modo que no pueda llenarse de limo sino
«después de millares de años». «Y con mi gran sa-
«tisfacción y contento veo el buen resultado que
«para la República significan trabajos tan impor-
«tantes que consisten en reducir a cultura los lu-
«gares incultos que había. Y no pensaba ver en
«mi vida el resultado de ellos, sabiendo que las
«Repúblicas llevan al cabo tarde todos los trabajos
« de gran importancia; sin embargo, éste lo he vis
«to terminado, y todavía fuí con los encargados a
«visitar las obras».

Nacido en la «Serenísima República», Cornaro puede ser considerado como un producto del ambiente. Mientras otros estados se desangraban en luchas estériles, Venecia, «de la sabiduría romana la más longeva hija», fuerte en sus lagunas, dueña de una escuadra formidable, libre de discordias internas y de ambiciones partidarias, reflejaba en la dulce paz de sus canales el orden que en ella gobernaba.

Cornaro nació en Venecia en 1462, según algunos, y murió en Padua en 1566; y, como verdadero «hombre del Renacimiento», dominó distintas ramas de los conocimientos humanos. Fué escritor, arquitecto, agricultor, comediógrafo, biólogo e ingeniero; desecó pantanos, construyó edificios magníficos, jardines, palacios y pueblos enteros. Quien como Cornaro, a los 95 años de edad, juzga que su más grande satisfacción es el haber indicado «a su querida patria» los trabajos hidráulicos necesarios para que pueda abundar en víveres, y las obras a realizar para impedir el enterramiento de la laguna a fin de mantener «el maravilloso y estupendo nombre de Ciudad Virgen», merece no sólo el respeto, sino la admiración de los hombres, y especialmente de los ingenieros.

Nuestra época ha sido fértil en inventos y descubrimientos asombrosos; estamos enormemente más adelantados en las ramas del saber que nuestros antepasados de la Edad Media y del Renacimiento. A pesar de eso —y tal vez precisamente por eso— admiramos más aún a aquellos ingenieros que han muerto hace centenares de años, dejándonos por herencia el ejemplo luminoso de cómo se «construye» la patria, cómo se independiza, y cómo se le provee de agua y de víveres en abundancia para la generación a la que ellos pertenecieron y para las generaciones futuras.

☆

XVI

La Mecánica en el Renacimiento

A la misma Corporación de los Orfebres, a la cual pertenecía Brunelleschi, estaba inscripto Andrés del Cione, poeta, matemático, fundidor, arquitecto, escultor, pintor y orfebre, quien enseñaba los secretos del arte a los jóvenes aprendices del mismo modo que Donatello le había enseñado a él la escultura y la arquitectura, y Verroquio la orfebrería. Y tanto se había ligado a su antiguo maestro que, en lugar de Andrés del Cione, se le llamaba Andrés del Verroquio.

En el taller del Verroquio había varios discípulos a quienes el maestro indicaba el camino de la gloria mientras preparaban los moldes para la fusión, atizaban el fuego, disponían la colada, molían, mezclaban y decantaban colores, cortaban las tablas y daban los fondos después de haberlas recubiertas de yeso y cola.

Los discípulos que más sobresalían eran Alejandro Filipepi, Pedro Vannucci y el hijo de Ser Piero, el notario. A Alejandro Filipepi solía llamársele por su diminutivo, Sandro, y por su sobrenombre: Botticelli; a Pedro Vannucci se le apodaba «el Perugino» porque había nacido en Perusa; y al único a quien se le daba su verdadero nombre era al hijo de Ser Piero: lo llamaban Leonardo.

Un cuarto discípulo, un niño casi, era el benjamín del Verroquio y, a pesar de la diferencia de edad, el íntimo amigo de Leonardo. Era hijo de Andrés Credi, y como su nombre era Lorenzo, se le llamaba Lorenzo di Credi. La habilidad de Lorenzo di Credi era tan grande que una vez copió

por broma un cuadro de Leonardo con tanta exactitud que no podía distinguirse la copia del original. Esto no pudo hacerlo más tarde ni un discípulo del Perugino, Rafael, porque la copia de la «Gioconda» hecha por Rafael dista mucho del original. Por eso no estaba equivocado Leonardo cuando escribía algunos años después: «Condurró in pittura ció che si possa fare, a paragone di ogni altro, e sia chi vuole». (Haré en pintura lo que se pueda hacer, en comparación de cualquier otro, quien quiera que sea).

No es del caso hablar de Leonardo como pintor; sólo hemos citado un taller del Renacimiento, taller de pintura, escultura y fundición, para indicar los nombres de los discípulos y del maestro. Tampoco es del caso de hablar de Leonardo como arquitecto, si bien —al decir de Geymüller— el mausoleo que proyectó, y cuyos dibujos se conservan, bastaría para colocarlo entre los arquitectos más grandes que hayan existido. Y, por último, tampoco es del caso hablar de Leonardo como músico, como anatómico, como botánico, como geólogo y como escultor. La obra de escultura que llevó a cabo fué el modelo en yeso del monumento a Francisco Sforza, modelo destruído por los soldados de Luis XII al entrar en Milán y que, por consiguiente, no fué fundido en bronce.

A raíz de la ejecución de esta obra, Leonardo escribía en sus apuntes: «Non vi é uomo che vaglia, e credetelo a me, salvo Leonardo, Fiorentino, che fa il cavallo del duca Francesco, di bronzo». (No hay hombre que valga, creedme, a excepción de Leonardo, florentino, quien moldea el caballo del dux Francisco, de bronce.)

Esto no era vanidad: era orgullo y sentimiento del propio valer.

Y también era sentimiento del propio valer la presentación que de él mismo hacía en la carta que dirigió a Ludovico Sforza:

«Sé hacer puentes muy livianos y fuertes, para la « persecución y para la retirada, fácilmente trans« portables y resistentes al fuego de la artillería. « Conozco los medios para quemar y destruir los

« puentes de los enemigos. Sé agotar el agua de los « fosos en un sitio, y hacer una infinidad de puen« tes, máquinas y cabezas de gato. Conozco los me« dios de destruir cualquier ciudadela o fortaleza, « a condición que no esté construída sobre la roca, « si a causa de los taludes de la escarpa no se puede, « en un sitio, hacer uso de bombardas. Conozco, « además, el medio de hacer bombardas muy cómo« das y fáciles de transportar, y con ellas lanzar pie« dras pequeñas como lo hace una tormenta. Con « su humo se acobardaría el enemigo grandemente, « con mucho daño y confusión. Sé el medio de con« quistar un puente determinado mediante la ayu« da de subterráneos y caminos tortuosos, sin hacer « ruido, aunque sea necesario pasar debajo de ríos « y canales. Suponiendo que se tratase del mar, dis« pongo de muchos instrumentos para el ataque y « la defensa, y de navíos capaces de resistir cual« quier bombarda por grande que sea, y a la pólvo« ra y al humo. Yo haré carros cubiertos y seguros « e inalterables, los cuales, penetrando en las filas « de los enemigos con su artillería, desharán las tro« pas más numerosas de gentes de armas. Detrás de « ellos, la infantería podrá avanzar sin peligro y « sin ningún obstáculo».

Ludovico Sforza no aprovechó los conocimientos de ingeniero militar de Leonardo, y los carros de asalto «que penetrando en las filas de los enemigos con su artillería, deshacen las tropas más numerosas de gentes de armas y detrás de los cuales la infantería puede avanzar sin peligro y sin ningún obstáculo», recién fueron construídos con el nombre de «tanques» cuatrocientos años después; y también cuatrocientos años después se usaron las cortinas de humo «que acobardan al enemigo grandemente con mucho daño y confusión».

¿Puede acusarse a Ludovico de falta de visión? Tampoco Bonaparte hizo caso a Fulton cuando éste le proponía la construcción de buques de vapor y la de buques submarinos; y también el gobierno italiano no se dignó tomar en cuenta el invento que Marconi generosamente le ofrecía porque «carecía de interés práctico». En el curso de la historia se ha presentado muchas veces el caso de gobernan-

tes que demoraron mucho en llegar a comprender, y cuando comprendieron —a veces— era generalmente tarde.

Desde el punto de vista mental conviene —para facilidad de estudio— dividir la humanidad en cinco clases: el genio, el talento, la inteligencia, la mediocridad y la nulidad. Cada una de estas cinco clases tiene la particularidad de comprender a la inmediata superior, pero no a las otras; así, por ejemplo, para el hombre mediocre, el inteligente es un sabio y el hombre de talento y el genio son unos desequilibrados, unos «inadaptados». Tales fueron, entre otros, Galileo para los Miembros del Tribunal del Santo Oficio, Colón para los sabios españoles y Mayer para los profesores de la Universidad de Berlín.

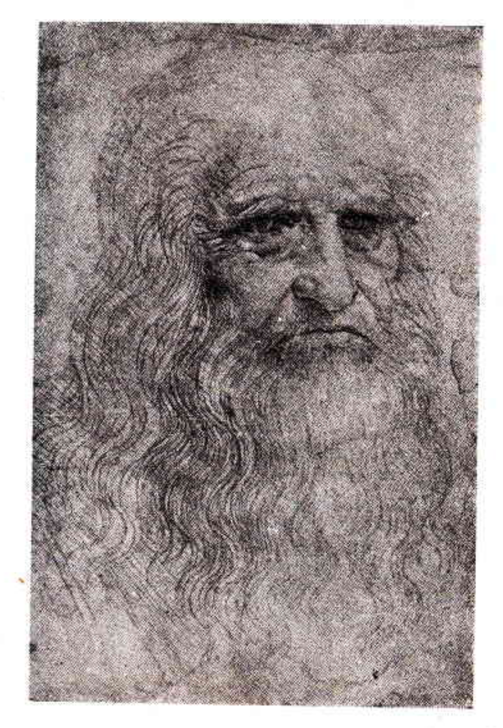
«En tiempo de paz —continuaba diciendo Leonar-
« do— creo poder satisfacer por completo cualquier
« clase de arquitectura, en la composición de edi-
« ficios públicos y privados y en la conducción de
« agua de un lugar a otro».

Y terminaba con ofrecer una demostración de sus conocimientos: «Y si algunas de las cosas arriba
« enumeradas pareciese imposible de ejecutar, me
« ofrezco de hacer la experiencia en vuestro parque
« o en el lugar que plazca a Vuestra Excelencia, a
« la cual me encomiendo tan humildemente como
« puedo».

En la última frase está todo el orgullo del que es consciente de su valer y debe cerrar con urbanidad su presentación a un Mecenas.

Los trabajos encomendados por Ludovico a Leonardo fueron tres: la estatua de Francisco Sforza y la construcción de un canal en el río Adda, al cual nos hemos referido antes; y —más tarde— el «Cenáculo» en el refectorio del convento de «Santa María delle Grazie».

Las máquinas, de las cuales Leonardo «sabía hacer una infinidad», quedaron en proyecto; sólo cuatro siglos después, en 1939, fueron expuestos en la Sala XIV de la «Muestra Leonardesca», efectuada en Milán, sesenta modelos de máquinas proyectadas e inventadas por Leonardo da Vinci, a la cual



Autorretrato de Leonardo

por broma un cuadro de Leonardo con tanta exactitud que no podía distinguirse la copia del original. Esto no pudo hacerlo más tarde ni un discípulo del Perugino, Rafael, porque la copia de la «Gioconda» hecha por Rafael dista mucho del original. Por eso no estaba equivocado Leonardo cuando escribía algunos años después: «Condurró in pittura ció che si possa fare, a paragone di ogni altro, e sia chi vuole». (Haré en pintura lo que se pueda hacer, en comparación de cualquier otro, quien quiera que sea).

No es del caso hablar de Leonardo como pintor; sólo hemos citado un taller del Renacimiento, taller de pintura, escultura y fundición, para indicar los nombres de los discípulos y del maestro. Tampoco es del caso de hablar de Leonardo como arquitecto, si bien —al decir de Geymüller— el mausoleo que proyectó, y cuyos dibujos se conservan, bastaría para colocarlo entre los arquitectos más grandes que hayan existido. Y, por último, tampoco es del caso hablar de Leonardo como músico, como anatómico, como botánico, como geólogo y como escultor. La obra de escultura que llevó a cabo fué el modelo en yeso del monumento a Francisco Sforza, modelo destruído por los soldados de Luis XII al entrar en Milán y que, por consiguiente, no fué fundido en bronce.

A raíz de la ejecución de esta obra, Leonardo escribía en sus apuntes: «Non vi é uomo che vaglia, e credetelo a me, salvo Leonardo, Fiorentino, che fa il cavallo del duca Francesco, di bronzo». (No hay hombre que valga, creedme, a excepción de Leonardo, florentino, quien moldea el caballo del dux Francisco, de bronce.)

Esto no era vanidad: era orgullo y sentimiento del propio valer.

Y también era sentimiento del propio valer la presentación que de él mismo hacía en la carta que dirigió a Ludovico Sforza:

«Sé hacer puentes muy livianos y fuertes, para la « persecución y para la retirada, fácilmente trans- « portables y resistentes al fuego de la artillería. « Conozco los medios para quemar y destruir los

« puentes de los enemigos. Sé agotar el agua de los « fosos en un sitio, y hacer una infinidad de puen- « tes, máquinas y cabezas de gato. Conozco los me- « dios de destruir cualquier ciudadela o fortaleza, « a condición que no esté construída sobre la roca, « si a causa de los taludes de la escarpa no se puede, « en un sitio, hacer uso de bombardas. Conozco, « además, el medio de hacer bombardas muy cómo- « das y fáciles de transportar, y con ellas lanzar pie- « dras pequeñas como lo hace una tormenta. Con « su humo se acobardaría el enemigo grandemente, « con mucho daño y confusión. Sé el medio de con- « quistar un puente determinado mediante la ayu- « da de subterráneos y caminos tortuosos, sin hacer « ruido, aunque sea necesario pasar debajo de ríos « y canales. Suponiendo que se tratase del mar, dis- « pongo de muchos instrumentos para el ataque y « la defensa, y de navíos capaces de resistir cual- « quier bombarda por grande que sea, y a la pólvo- « ra y al humo. Yo haré carros cubiertos y seguros « e inalterables, los cuales, penetrando en las filas « de los enemigos con su artillería, desharán las tro- « pas más numerosas de gentes de armas. Detrás de « ellos, la infantería podrá avanzar sin peligro y « sin ningún obstáculo».

Ludovico Sforza no aprovechó los conocimientos de ingeniero militar de Leonardo, y los carros de asalto «que penetrando en las filas de los enemigos con su artillería, deshacen las tropas más numerosas de gentes de armas y detrás de los cuales la infantería puede avanzar sin peligro y sin ningún obstáculo», recién fueron construídos con el nombre de «tanques» cuatrocientos años después; y también cuatrocientos años después se usaron las cortinas de humo «que acobardan al enemigo grandemente con mucho daño y confusión».

¿Puede acusarse a Ludovico de falta de visión? Tampoco Bonaparte hizo caso a Fulton cuando éste le proponía la construcción de buques de vapor y la de buques submarinos; y también el gobierno italiano no se dignó tomar en cuenta el invento que Marconi generosamente le ofrecía porque «carecía de interés práctico». En el curso de la historia se ha presentado muchas veces el caso de gobernan-

XVI

La Mecánica en el Renacimiento

A la misma Corporación de los Orfebres, a la cual pertenecía Brunelleschi, estaba inscripto Andrés del Cione, poeta, matemático, fundidor, arquitecto, escultor, pintor y orfebre, quien enseñaba los secretos del arte a los jóvenes aprendices del mismo modo que Donatello le había enseñado a él la escultura y la arquitectura, y Verroquio la orfebrería. Y tanto se había ligado a su antiguo maestro que, en lugar de Andrés del Cione, se le llamaba Andrés del Verroquio.

En el taller del Verroquio había varios discípulos a quienes el maestro indicaba el camino de la gloria mientras preparaban los moldes para la fusión, atizaban el fuego, disponían la colada, molían, mezclaban y decantaban colores, cortaban las tablas y daban los fondos después de haberlas recubiertas de yeso y cola.

Los discípulos que más sobresalían eran Alejandro Filipepi, Pedro Vannucci y el hijo de Ser Piero, el notario. A Alejandro Filipepi solía llamársele por su diminutivo, Sandro, y por su sobrenombre: Botticelli; a Pedro Vannucci se le apodaba «el Perugino» porque había nacido en Perusa; y al único a quien se le daba su verdadero nombre era al hijo de Ser Piero: lo llamaban Leonardo.

Un cuarto discípulo, un niño casi, era el benjamín del Verroquio y, a pesar de la diferencia de edad, el íntimo amigo de Leonardo. Era hijo de Andrés Credi, y como su nombre era Lorenzo, se le llamaba Lorenzo di Credi. La habilidad de Lorenzo di Credi era tan grande que una vez copió

por broma un cuadro de Leonardo con tanta exactitud que no podía distinguirse la copia del original. Esto no pudo hacerlo más tarde ni un discípulo del Perugino, Rafael, porque la copia de la «Gioconda» hecha por Rafael dista mucho del original. Por eso no estaba equivocado Leonardo cuando escribía algunos años después: «Condurró in pittura ció che si possa fare, a paragone di ogni altro, e sia chi vuole». (Haré en pintura lo que se pueda hacer, en comparación de cualquier otro, quien quiera que sea).

No es del caso hablar de Leonardo como pintor; sólo hemos citado un taller del Renacimiento, taller de pintura, escultura y fundición, para indicar los nombres de los discípulos y del maestro. Tampoco es del caso de hablar de Leonardo como arquitecto, si bien —al decir de Geymüller— el mausoleo que proyectó, y cuyos dibujos se conservan, bastaría para colocarlo entre los arquitectos más grandes que hayan existido. Y, por último, tampoco es del caso hablar de Leonardo como músico, como anatómico, como botánico, como geólogo y como escultor. La obra de escultura que llevó a cabo fué el modelo en yeso del monumento a Francisco Sforza, modelo destruído por los soldados de Luis XII al entrar en Milán y que, por consiguiente, no fué fundido en bronce.

A raíz de la ejecución de esta obra, Leonardo escribía en sus apuntes: «Non vi é uomo che vaglia, e credetelo a me, salvo Leonardo, Fiorentino, che fa il cavallo del duca Francesco, di bronzo». (No hay hombre que valga, creedme, a excepción de Leonàrdo, florentino, quien moldea el caballo del dux Francisco, de bronce.)

Esto no era vanidad: era orgullo y sentimiento del propio valer.

Y también era sentimiento del propio valer la presentación que de él mismo hacía en la carta que dirigió a Ludovico Sforza:

«Sé hacer puentes muy livianos y fuertes, para la « persecución y para la retirada, fácilmente trans« portables y resistentes al fuego de la artillería. « Conozco los medios para quemar y destruir los « puentes de los enemigos. Sé agotar el agua de los « fosos en un sitio, y hacer una infinidad de puen« tes, máquinas y cabezas de gato. Conozco los me« dios de destruir cualquier ciudadela o fortaleza, « a condición que no esté construída sobre la roca, « si a causa de los taludes de la escarpa no se puede, « en un sitio, hacer uso de bombardas. Conozco, « además, el medio de hacer bombardas muy cómo« das y fáciles de transportar, y con ellas lanzar pie« dras pequeñas como lo hace una tormenta. Con « su humo se acobardaría el enemigo grandemente, « con mucho daño y confusión. Sé el medio de con« quistar un puente determinado mediante la ayu« da de subterráneos y caminos tortuosos, sin hacer « ruido, aunque sea necesario pasar debajo de ríos « y canales. Suponiendo que se tratase del mar, dis« pongo de muchos instrumentos para el ataque y « la defensa, y de navíos capaces de resistir cual« quier bombarda por grande que sea, y a la pólvo« ra y al humo. Yo haré carros cubiertos y seguros « e inalterables, los cuales, penetrando en las filas « de los enemigos con su artillería, desharán las tro« pas más numerosas de gentes de armas. Detrás de « ellos, la infantería podrá avanzar sin peligro y « sin ningún obstáculo».

Ludovico Sforza no aprovechó los conocimientos de ingeniero militar de Leonardo, y los carros de asalto «que penetrando en las filas de los enemigos con su artillería, deshacen las tropas más numerosas de gentes de armas y detrás de los cuales la infantería puede avanzar sin peligro y sin ningún obstáculo», recién fueron construídos con el nombre de «tanques» cuatrocientos años después; y también cuatrocientos años después se usaron las cortinas de humo «que acobardan al enemigo grandemente con mucho daño y confusión».

¿Puede acusarse a Ludovico de falta de visión? Tampoco Bonaparte hizo caso a Fulton cuando éste le proponía la construcción de buques de vapor y la de buques submarinos; y también el gobierno italiano no se dignó tomar en cuenta el invento que Marconi generosamente le ofrecía porque «carecía de interés práctico». En el curso de la historia se ha presentado muchas veces el caso de gobernan-

tes que demoraron mucho en llegar a comprender, y cuando comprendieron —a veces— era generalmente tarde.

Desde el punto de vista mental conviene —para facilidad de estudio— dividir la humanidad en cinco clases: el genio, el talento, la inteligencia, la mediocridad y la nulidad. Cada una de estas cinco clases tiene la particularidad de comprender a la inmediata superior, pero no a las otras; así, por ejemplo, para el hombre mediocre, el inteligente es un sabio y el hombre de talento y el genio son unos desequilibrados, unos «inadaptados». Tales fueron, entre otros, Galileo para los Miembros del Tribunal del Santo Oficio, Colón para los sabios españoles y Mayer para los profesores de la Universidad de Berlín.

«En tiempo de paz —continuaba diciendo Leonar-
« do— creo poder satisfacer por completo cualquier
« clase de arquitectura, en la composición de edi-
« ficios públicos y privados y en la conducción de
« agua de un lugar a otro».

Y terminaba con ofrecer una demostración de sus conocimientos: «Y si algunas de las cosas arriba
« enumeradas pareciese imposible de ejecutar, me
« ofrezco de hacer la experiencia en vuestro parque
« o en el lugar que plazca a Vuestra Excelencia, a
« la cual me encomiendo tan humildemente como
« puedo».

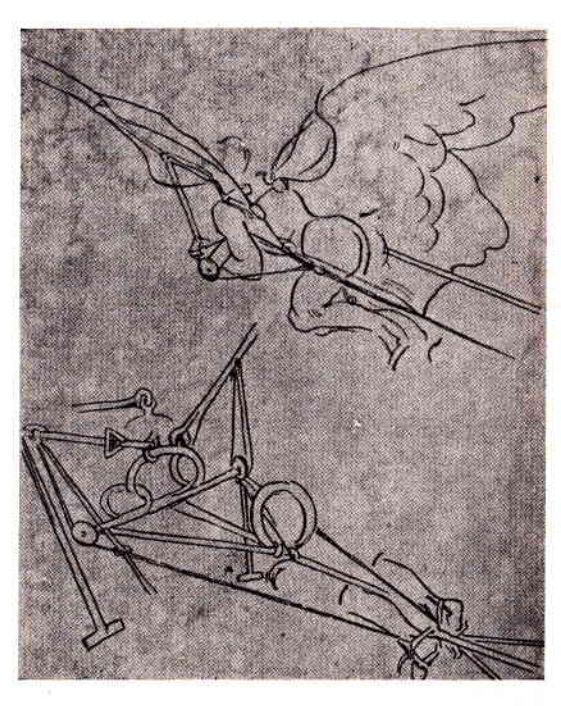
En la última frase está todo el orgullo del que es consciente de su valer y debe cerrar con urbanidad su presentación a un Mecenas.

Los trabajos encomendados por Ludovico a Leonardo fueron tres: la estatua de Francisco Sforza y la construcción de un canal en el río Adda, al cual nos hemos referido antes; y —más tarde— el «Cenáculo» en el refectorio del convento de «Santa María delle Grazie».

Las máquinas, de las cuales Leonardo «sabía hacer una infinidad», quedaron en proyecto; sólo cuatro siglos después, en 1939, fueron expuestos en la Sala XIV de la «Muestra Leonardesca», efectuada en Milán, sesenta modelos de máquinas proyectadas e inventadas por Leonardo da Vinci, a la cual



Autorretrato de Leonardo



Dibujo de Leonardo de una máquina para volar

«Muestra» fueron enviadas obras del Maestro que se conservan en los Museos de Alemania, Estados Unidos, Francia, Inglaterra e Italia. Toda la Exposición comprendía 25 Salas y, respecto a la mecánica, se encontraban modelos de máquinas, puentes volantes, tipos de aparatos e instrumentos de aviación, máquinas hidráulicas, estudios sobre el vuelo de los pájaros y sobre las leyes de las vibraciones de las cuerdas, etc.

La primera de las leyes del movimiento, la «ley de la inercia», cuyo enunciado, como se recordará, establece que «todo cuerpo conserva su estado de reposo o de movimiento uniforme y rectilíneo hasta que no interviene una fuerza exterior que lo modifique», fué establecido por Leonardo. Y si Galileo debía más tarde crear la Ciencia Experimental, Leonardo fué de ella el verdadero precursor que indicó el camino a seguir, puesto que en 1508 escribía:

«Paréceme que son vanas y llenas de error aque-
« llas ciencias que no nacen de la experiencia, ma-
« dre de toda certidumbre, y que no conducen a
« una noción experimental. Las verdaderas ciencias
« son aquéllas que la experiencia ha hecho penetrar
« por los sentidos y que imponen silencio a la len-
« gua de los argumentadores, y que no nutren con
« sueños a los investigadores, sino que proceden su-
« cesivamente y arriban a conclusiones efectivas so-
« bre los primeros y verdaderos principios conoci-
« dos, como se ve en las matemáticas.

«El buen juicio nace de la buena inteligencia, y
« ésta de la razón, extraída ella misma de las bue-
« nas reglas, hija de la buena experiencia, madre
« de todas las ciencias y de todas las artes.

«Sin la experiencia no existe certidumbre ningu-
« na; los hombres se quejan injustamente de ella
« a la que, con grandes reproches, acusan de ser
« engañadora. Volved vuestras lamentaciones contra
« vuestra ignorancia: es ella que os extravía con sus
« vanos y absurdos deseos de obtener cosas que no
« están en su potencia. Más aún: hay hombres que
« acusan a la inocente experiencia de mentiras y
« falsa demostración; la experiencia jamás engaña,

« sólo vuestros juicios prometen efectos que no pue-
« den tener sus causas en nuestra experiencia.

«Antes de realizar experiencia alguna y pasar a otra
« cosa, mi intención es alegar primero por la expe-
« riencia, y luego demostrar mediante el razonamien-
« to porqué esta experiencia está encerrada en tal
« modo de operar. Y éste es la verdadera regla se-
« guida por los observadores de los efectos natu-
« rales.

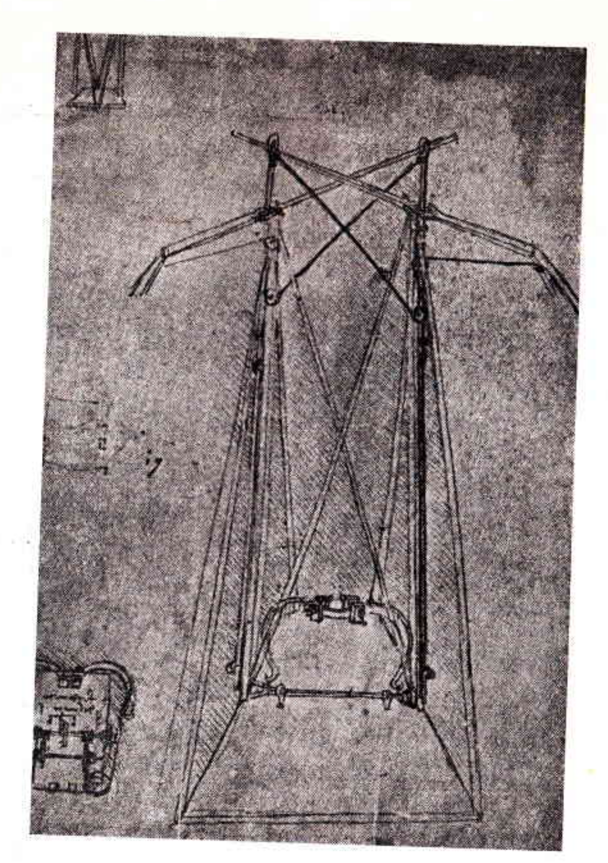
«Además como la naturaleza procede de la razón
« y termina por la experiencia, debemos seguir el
« camino contrario; pues como acabo de decir, par-
« tiendo de la experiencia, por ella se descubrirá la
« causa. Huye, pues, de los preceptos de esos especu-
« ladores cuyas razones no están confirmadas por
« el experimento».

Nos hemos detenido en estos preceptos de Leonardo para demostrar que, én lugar de las disquisiciones de los escolásticos, el Maestro insistía en la importancia de la prueba experimental e indicaba el verdadero camino que debe seguir el investigador: observación, prueba experimental, enunciación de la teoría y de la ley. Las leyes y las teorías constituyen la ciencia: la ciencia es, por consiguiente, «investigación».

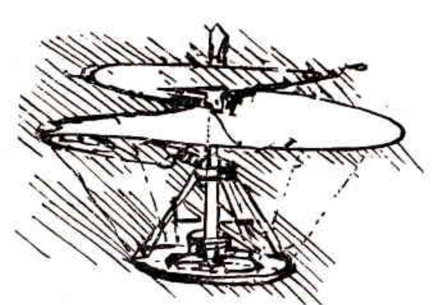
Pero, «ninguna investigación —dice Leonardo— merece el nombre de ciencia si no pasa antes por la demostración matemática». Por eso agrega: «Que no me lea el que no sea matemático». «La naturaleza escribe en lenguaje matemático» —afirmará más tarde, Galileo.

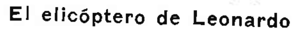
Cuatro siglos después de la muerte de Leonardo tratamos de reducir todos los conocimientos científicos a formulas matemáticas, e ideamos aparatos mecánicos y fabricamos instrumentos indicadores para representar los procesos y los fenómenos por medio de números y diagramas.

Y no citamos, naturalmente, las Bellas Artes porque es sabido que la belleza y la armonía son dadas por proporciones, por relaciones numéricas, agradables a nuestros sentidos. Por eso, la frase «Que no me lea el que no sea matemático» de Leonardo está en su «Tratado de la Pintura».

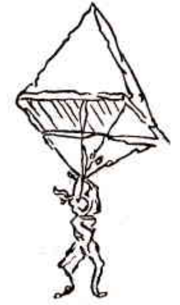


Otro croquis de una máquina para volar





El elicóptero de Leonardo



Dibujo de un paracaídas

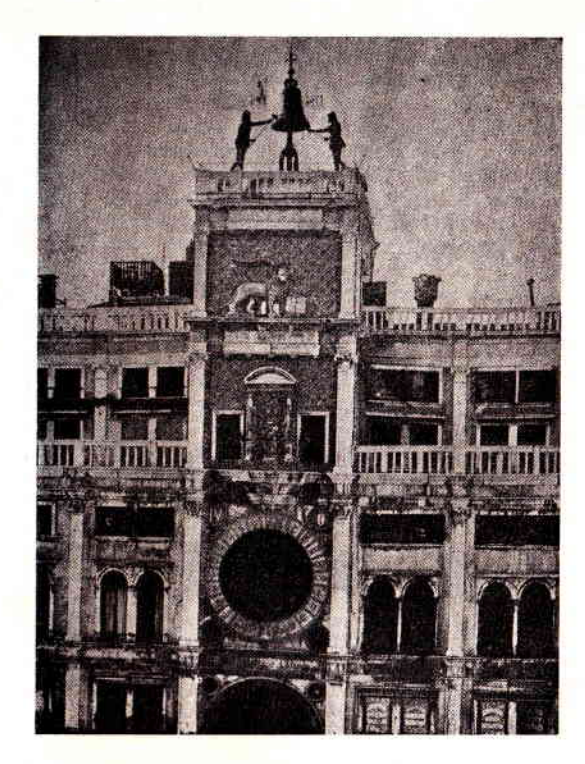
«De las ciencias matemáticas —continúa Leonar- « do— la más noble es la mecánica, porque con « ella se alcanza el fruto matemático. La ciencia « instrumental o mecánica es muy noble y, por su « utilidad, supera a todas las otras».

Y la «nobleza» la entendió de tal manera que destruyó los dibujos del proyecto de submarino que hizo durante su estadía en Venecia, en 1499, «data la mala natura delli omini che lo adopererebbero agli assassinamenti nei fondi mari» (conociendo la mala índole de los hombres que lo usarían para los asesinatos en los mares profundos.).

Tres años antes, en 1496, y en la misma ciudad de Venecia, Juan Pablo y Juan Carlos Ranieri habían construído la máquina para el grandioso cuadrante de la Torre del Reloj, que indica las horas, las fases lunares y el movimiento del Sol a través del Zodíaco. Ya hemos hablado de las dos grandes figuras de bronce —un viejo y un joven— a las que el pueblo llama «los moros» por su color oscuro; ellas baten con sendos martillos las horas en la campana y el mecanismo que las hace mover fué construído por Ambrogio delle Ancore quien —según dijimos— fundió las figuras de bronce y las colocó sobre la torre en 1497.

Aun no hemos inventado un instrumento para medir el tiempo directamente y debemos contentarnos con medir el tiempo por el espacio que recorre un móvil, sea éste un astro del cielo o una manecilla de un cuadrante. Es claro que siempre debe suponerse que el espacio que recorre ese móvil sea proporcional al tiempo que tarda en recorrerlo, o sea que el movimiento sea uniforme. Esto no se verifica rigurosamente en las manecillas movidas por ruedas dentadas porque a cada diente de la rueda corresponde un pequeño salto de la manecilla.

Se atribuye a Arquímedes el invento de las ruedas dentadas; en realidad habla de ellas Aristóteles quien vivió un siglo antes de Arquímedes, y al principio sólo sirvieron para el movimiento de pequeños mecanismos, entre ellos un taxímetro de



El cuadrante y los moros de la Torre del Reloj

Herón y la «Esfera» de Arquímedes que ya hemos citado y cuyo motor es desconocido.

En la Edad Media se volvió a las ruedas dentadas usando como motor la caída de una pesa, invento atribuído a Pacífico, que era arcediano de la Catedral de Verona. Pero, como la caída de una pesa producía un movimiento acelerado, se trató de hacerlo uniforme anulando la aceleración con la tensión creciente de una cuerda de fibra animal y proveyendo el mecanismo de un escape, invento atribuído también a Pacífico, en el año 850.

Debemos recordar que el reloj de Venecia tiene un antecesor en el «Reloj de Planisferio» que Giovanni Dondi construyó en Padua en 1344 y Novelli y Giovanni delle Caldiere imitaron en 1437.

De cualquier modo, la zona comprendida entre Padua, Verona y Reggio —de donde procedían respectivamente Dondi, Pacífico y los Ranieri— puede considerarse como la patria de la fabricación de los mecanismos de ruedas dentadas; de allí pasaron a Alemania, y precisamente a Nüremberg donde Pedro de Henlein construyó en el año 1500 el primer reloj de bolsillo y Konrad Dasypodius proyectó en 1570 el reloj de Estrasburgo. Y del Sur de Alemania la «fina mecánica» pasó a Suiza y al resto de Europa.

Y es curioso el hecho que en 1530 un médico, Raniero Gemma, propone aplicar los relojes a la medida de las longitudes y dos siglos después, en 1714, el Parlamento inglés ofrece un premio de 20.000 esterlinas a quien indicaba un procedimiento para determinar las longitudes.

Si en la Edad antigua la mecánica tuvo su cuna en las costas del Mar Jonio, cuando el Occidente renacía la tuvo en la llanura del Po; allí —al año siguiente en que Leonardo destruyó su proyecto de submarino, o sea en el 1500, —nació Tartaglia, y a los dos años, en el 1501, nació Cardano, ambos célebres matemáticos y cultivadores de la mecánica, «la más noble de las ciencias matemáticas».

De Jerónimo Cardano es muy conocido el invento del sistema de suspensión, ideado a mediados del siglo XVI y que todavía lleva su nombre; —y Tartaglia, por su parte, escribió un libro en el que describe un aparato que ofrecía a la República de Venecia para recuperar una nave hundida. El libro fué editado en 1551 y tenía el curioso título: «Travagliosa invenzione per sollevare con ragione e misura ogni affondata nave». (Laboriosa invención para levantar con razón y mesura toda hundida nave).

La «travagliosa invenzione» consistía en una especie de cajón sobre el cual había una esfera de vidrio que permitía la visibilidad a un hombre que penetraba en el cajón; éste se hundía y el hombre que lo ocupaba podía trabajar en el fondo del mar a una cierta profundidad. No era precisamente el cajón pneumático, pero era algo semejante; el cajón pneumático fué inventado 19 años después, en 1570, por el ingeniero Lorini, ingeniero militar de la «Serenísma» República de Venecia.

Casi un siglo antes León Battista Alberti había intentado recuperar dos naves romanas que la tradición popular decía que estaban hundidas en el Lago de Nemi, lago que en aquel tiempo era propiedad de Próspero Colonna quien encargó a Alberti, como «geometra egregio», la extracción de las naves.

Alberti dispuso sobre el lago una serie de toneles vacíos sólidamente unidos y destinados a formar balsas sobre las que colocó árganos provistos de cables muy fuertes y terminados por gruesos ganchos. Buzos genoveses se sumergieron en el lago y reconocieron la existencia de una nave; fueron unidos los ganchos a la misma y comenzó el levantamiento. Pero durante la maniobra se destacó la proa y salió a la superficie con muchos objetos, entre otros unas grandes tuberías de plomo con el nombre grabado de Tiberio César.

El trabajo fué abandonado para ser vuelto a intentar muchas veces, hasta que se llevó a cabo —según hemos indicado en una lección anterior— hace pocos años.

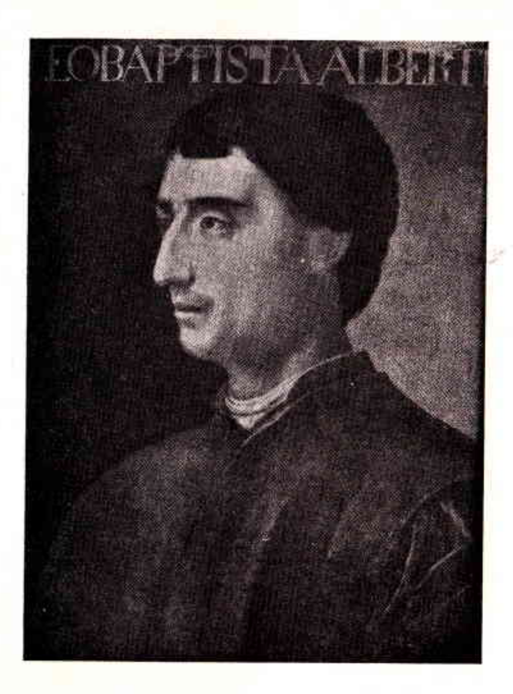
Alberti escribió al respecto una obra cuyo título es «Navis», en la cual, después de haber analizado la estructura de los buques romanos, exponía una invención suya para defender un buque del abordaje. Pero la mecánica de León Battista Alberti se

deduce especialmente de su otra obra «Dei pondi e lieve di alcuna rota» (de los pesos y palancas de alguna rueda) de la cual resaltan sus estudios sobre el movimiento y sobre las máquinas simples y los mecanismos que proyectó para levantar y mover grandes masas. Esta obra no fué editada, pero se encuentra en el Codice Laurenziano con anotaciones de Leonardo da Vinci.

Contemporáneamente al libro de Alberti, el ingeniero Fioravanti efectuaba en Bolonia un trabajo que podríamos llamar «una proeza técnica». El cronista boloñés Donato Bossi describe el trabajo efectuado por Aristóteles Fioravanti —de quien ya hemos hablado— en los siguientes términos: «El día « 8 de Mayo de 1455 la iglesia del Masone que se « encontraba en la calle Maggiore fué terminada de « transportar en la calle Malgrado; el cual trans« porte fué efectuado con sus máquinas *(ingegni)* « por Aristóteles Fioravanti, ingeniero de Bolonia». Es conveniente notar que la torre de la iglesia pesa unas 2.500 toneladas, tiene 20 metros de altura y que, además, los honorarios pagados a Fioravanti por tal trabajo ascendieron a 150 liras boloñesas (unos 150 pesos de nuestra moneda); de las 150 liras, 100 fueron abonadas por Aquiles Malvezzi, Capitán de la Comuna de Bolonia y 50 por el obispo Bessanione. Todo esto se sabe porque está anotado en el libro Diario que llevaba Gaspar Nadi, ayudante del ingeniero Fioravanti.

La mencionada construcción no fué la única transportada con «ingegni» de Fioravanti, porque del mismo Diario de Nadi se desprende que al año siguiente, o sea en el 1456, la Comuna de Cento abonó a Fioravanti la cantidad de 80 liras boloñesas por haber trasladado la torre de dicha Comuna.

Lo asombroso es el deber constatar que hace cinco siglos se podía prescindir de todos nuestros progresos técnicos para efectuar el transporte de un edificio; y hace dos siglos se podía prescindir de otras cosas también, por ejemplo de la necesidad de saber leer y escribir. Serra no era más que un «maestro muros» o, como diríamos ahora, un albañil analfabeta. Relata la crónica respecto de ese al-



León Battista Alberti

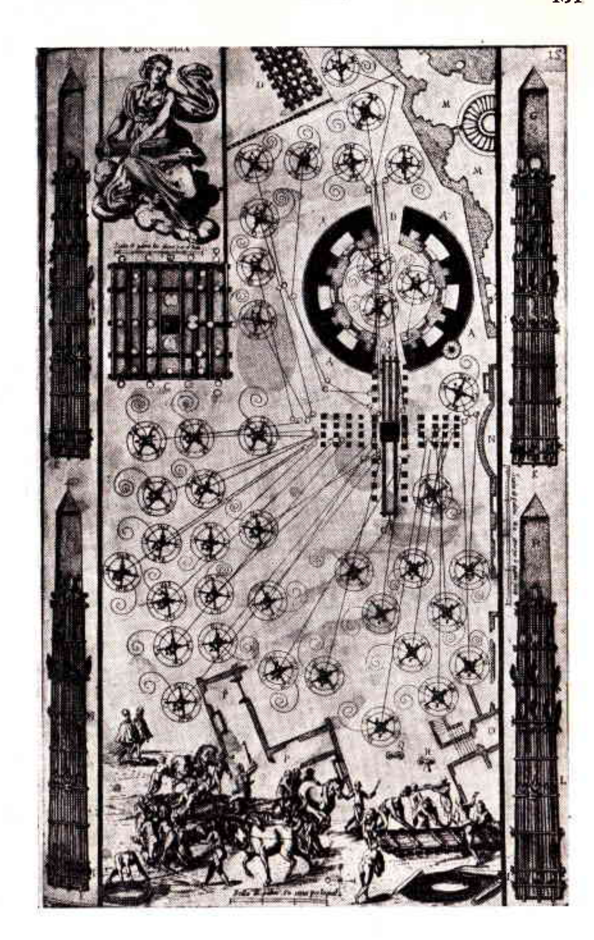
bañil: «En las cercanías de Crescentino —casi a mitad camino entre Turín y Novara— se encuentra la iglesia de la Virgen del Palacio, así llamada porque fué levantada sobre las ruinas del Palacio de Gala Placidia, hija del emperador Teodosio y madre del emperador Valentiniano III. En 1774 se resolvió ampliar el templo y agregarle una cúpula, lo que no podía ejecutarse sin demoler el cercano campanario de la iglesia. Serra hizo cortar los muros del campanario donde éstos se unían a los cimientos; el 26 de agosto, con gran afluencia de público, hizo subir el hijo a la torre para tocar las campanas e inmediatamente, interponiendo rodillos entre el corte efectuado y disponiendo un fuerte entablonado en el camino a recorrer, puso en movimiento el campanario, llevándolo hasta las nuevas fundaciones donde fué definitivamente asegurado».

«Se le abonaron a Serra —continúa diciendo la crónica— 200 liras piamontesas, a las cuales el rey Víctor Manuel I hizo agregar de su peculio una pensión anual de 60 liras».

Con los honorarios y la modesta pensión de 60 liras anuales, el «maestro de muros» adquirió una casita donde pasó los últimos años de su vida. Ahora hace casi dos siglos que ha muerto y que sus restos descansan cerca de los restos del palacio de la hija del emperador. Porque fué sepultado debajo del campanario, que él, humilde albañil analfabeto, ignaro de cálculos complicados y de reivindicaciones sociales, hizo transportar entre la música de las campanas para que el templo de su pueblo natal pudiera tener una cúpula.

Nos hemos referido varias veces al talento de los antiguos operarios y hemos dicho que no iba en zaga al de los artífices que los dirigían. Al citar el transporte de grandes moles, debemos recordar la intervención decisiva de un hombre de mar en la maniobra para la erección del obelisco de la Plaza de San Pedro en Roma.

40 árganos, 900 hombres y 95 caballos fueron utilizados para levantar ese obelisco cuyo peso es de unos 380.000 kilos. Fué traído de Egipto a Roma en tiempos de Calígula, hace 19 siglos, y cómo pudo ser transportado hasta el barco, cargado, descar-



La planta de los arganos para el levantamiento del obelisco (De una antigua estampa)

gado en el puerto de Ostia y levantado en el Campo Vaticano, es un misterio.

Después de haber sido consagrado al Sol en Egipto y en Roma, yacía abandonado cerca de la Sacristía de la Basílica, en el lugar donde ahora hay una piedra con la leyenda: «Sito dell'obelisco sino all'anno 1586». Allí esperaba que alguien tuviera la virtud de sacarlo de su abandono.

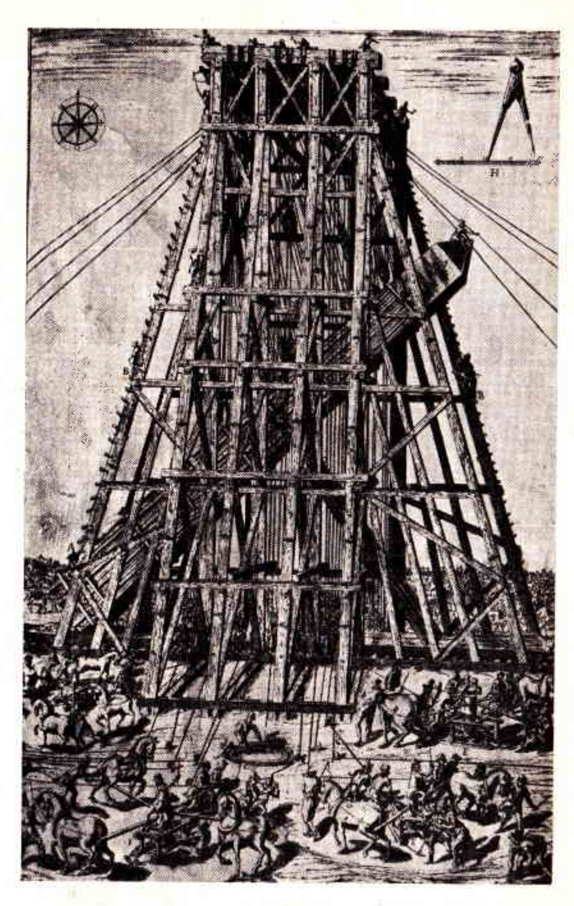
Ese alguien apareció en la persona de Sixto V, el «papa terrible» que en los cinco años de su pontificado llevó a cabo obras magníficas, construyó la ciudad de Loreto, terminó la cúpula de San Pedro, llevó a Roma el «Acqua Felice» —la antigua Aqua Martia— y, por último, modificó las costumbres de la nobleza y del pueblo de Roma, aplicándoles la misma rudeza que usaba con la piara cuando en su juventud era porquero.

Se comprende que con el carácter de Sixto V y con la promesa que había hecho Su Santidad de ahorcar el primero que levantara la voz durante el trabajo de colocación del obelisco, nadie del inmenso público que presenciaba la operación arriesgaba romper el silencio: —tanto más que, para recordar a los olvidadizos, Su Santidad había hecho colocar una horca en sitio bien visible.

De los proyectos presentados se aceptó el de Doménico Fontana, arquitecto e ingeniero famoso, y a él se le encomendó el trabajo. La maniobra se componía de tres partes: en primer término debía colocarse el obelisco horizontalmente sobre rodillos; en segundo término, transportarlo; y en tercer término, colocarlo verticalmente sobre el nuevo basamento en el centro de la plaza.

El trabajo fué iniciado el 30 de abril de 1586, el 7 de Mayo el obelisco estaba colocado horizontalmente en el centro de la plaza; se habían cumplido la primera y la segunda parte de la maniobra y se procedió a la erección.

«El enorme bloque está por ser colocado en su posición definitiva cuando las cuerdas no corren más sobre las poleas, amenazan romperse; el terror se apodera de la multitud, Fontana no sabe qué órdenes impartir ante el peligro inminente: a la



El castillejo para el levantamiento del obelisco

ciones de la lámpara con sus pulsaciones; el reloj de bolsillo ya existía, porque —como dijimos antes— fué inventado en el año 1500 en la ciudad de Nüremberg; pero, a pesar que el invento tenía ya 83 años de antigüedad, el uso del reloj de bolsillo no era muy común y Galileo no disponía de él.

Nueve años después, en 1582, Galileo era nombrado profesor de la Universidad de Pisa, una de las Universidades más antiguas y más famosas en Ciencias Matemáticas, con el modesto sueldo de sesenta escudos anuales, por un período de tres años. Llegó, pues, a ser nombrado profesor en la misma Universidad en que había sido estudiante, y llegó también a circundarse de enemigos que no le perdonaban el descubrimiento citado, la excelencia de su enseñanza y su carácter independiente y rebelde. El número de enemigos aumentó a raíz del descubrimiento de las leyes de la caída de los cuerpos, enunciadas después de las experiencias efectuadas desde la Torre de Pisa.

Aristóteles sostenía en el siglo IV a. C. que todos los cuerpos caen con distinta velocidad, y esta afirmación había sido aceptada como verdadera hasta que Galileo, en el siglo XVII, demostró que era falsa; durante veinte y un siglos no se le ocurrió a nadie comprobar la exactitud de lo expuesto por Aristóteles, a pesar de ser muy fácil la experiencia. Fué necesaria la obra de un genio para dar valor al experimento, y de un genio que podríamos llamar «dirigido», puesto que ciertas observaciones —el movimiento de la lámpara, por ejemplo— nada hubieran sugerido a otros genios como Miguel Angel o Rafael.

A todas las enemistades vino a agregarse la de Juan de Médicis, hijo natural del gran duque de Toscana, Cosme II. Como en 1589 se había comenzado a construir la dársena del puerto de Liorna, del cual ya hemos hablado, Juan de Médicis había proyectado y calculado una máquina extractora, una especie de draga, que —según el proyectista e inventor— debía efectuar el trabajo de excavación con suma rapidez.

Juan de Médicis sometió el proyecto de su máquina a Galileo, el cual no pudo llegar a persuadir al influyente y rencoroso inventor que la máquina en cuestión no servía para el trabajo que debía realizarse; y ésto confirma una vez más una verdad de todos los tiempos expresada en los versos de Bartrhari, el poeta hindú del siglo VI d. C.

«Es fácil persuadir a un ignorante —dice Bar-
« trhari— más fácil aún al hombre de gran saber;
« pero, ni Brahma mismo es capaz de mover a per-
« suasión al que tiene sólo rudimentos de ciencia».

La opinión de Galileo, contraria al proyecto ideado por Juan de Médicis, bastó para que se le exonerara del cargo de profesor de la Universidad de Pisa antes de cumplirse los tres años establecidos por el contrato.

Generalmente cuando una puerta se cierra siempre hay otra que se abre; Guidobaldo Del Monte, sabio reconocido como una autoridad en toda Europa e inventor del «compás de proporción», perfeccionado después por Galileo, consiguió que la Serenísima República de Venecia proporcionara a Galileo la cátedra de Matemática en la Universidad de Padua.

La República de Venecia era el verdadero refugio de todos los perseguidos, —y casi todos los innovadores y los rebeldes a los dogmas eran perseguidos— porque, siendo ella misma producto de la rebelión contra la nautraleza, miraba con simpatía las innovaciones y protegía al genio y al talento. Por eso esta ciudad del ensueño y de la energía fué la meta preferida de las inteligencias superiores, desde Leonardo a Wagner y desde Galileo a Leibnitz.

El decreto del Senado Véneto que confiaba a Galileo la cátedra de Matemática, refiriéndose a la gran importancia de la misma, declara que ella había quedado vacante porque no se había encontrado hasta entonces ninguna persona adecuada para ocuparla, por eso se nombraba a Galileo Galilei como el mejor «de esta profesión».

En Padua dictó sus clases durante 18 años, los más fecundos de su vida, en los que, entre otras cosas estudió y enunció la ley de los espacios en

la caída de los cuerpos, proyectó una máquina para el desagote de las aguas estancadas —para la cual obtuvo una patente de invención del Senado Véneto— efectuó experiencias y estudió las leyes del choque, los imanes, y llevó a cabo los primeros experimentos que lo condujeron al invento del termómetro. En 1593 publicó su obra «Le Meccaniche», donde reduce el equilibrio del plano inclinado al equilibrio de la palanca y aplica el principio de los trabajos virtuales a las máquinas simples.

Desde Herón de Alejandría, o sea desde el siglo II a. C. nadie recordaba la existencia del principio de los trabajos virtuales, principio que —como se recordará— tiene el siguiente enunciado: «La condición necesaria y suficiente para el equilibrio de cualquier sistema material es que el trabajo virtual de las fuerzas que actúan sobre el sistema sea nulo para los desplazamientos reversibles y negativo para los irreversibles».

Tuvieron que transcurrir diez y ocho siglos para que Galileo exhumara ese principio y lo aplicara a las máquinas simples. Lo cual demuestra que rige para la ciencia lo que un gran renacentista, Alberto Dürer, decía del arte: «Los secretos del arte fácilmente se olvidan, y se requiere mucho tiempo y trabajo para encontrarlos de nuevo».

No nos detendremos en la biografía de Galileo, ni hablaremos del anteojo que lleva su nombre, ni en sus observaciones astronómicas, ni en sus obras literarias y filosóficas porque saldríamos de nuestro tema. Es sabido que volvió a Florencia portador de una carta del Cardenal Del Monte dirigida al Granduque, en la que el Cardenal, decía: «Si estuviéramos ahora en aquella República Romana antigua, estoy seguro que se le hubiera erigido una estatua en el Capitolio para honrar la excelencia de su valer».

Pero no estaban en la «República Romana antigua», y a los dos años de la mencionada carta, el domínico Tomás Caccini, predicando desde el púlpito de Santa María Novella, clambaa refiriéndose a Galileo: «La matemática es un arte diabólico; y « los matemáticos, autores de todas las herejías, de« ben ser expulsados de todas las naciones». Lo cual

fué el inicio de los dos procesos y de la condena que pronunció el Santo Oficio contra Galileo.

Como se recordará, la condena termina con estas palabras: «Para que este grave y pernicioso error « tuyo y transgresión no queden por completo im« punes (se refiere a lo sostenido por Galileo en « su libro de los Diálogos respecto al movimiento « de la Tierra) y seas más cauto en lo sucesivo, y « sirvas de ejemplo a los demás para que se absten« gan de delitos semejantes, ordenamos que por edic« to público se prohiba el «Libro de los Diálogos» « de Galileo Galilei; y te condenamos a la cárcel « formal de este Santo Oficio por el tiempo que nos « plazca y a nuestro arbitrio».

Y del sabio genial que estableció los fundamentos de la Dinámica, quedó como un símbolo la frase lapidaria que se le atribuye: «Eppur si muove!».

Si el movimiento «es una propiedad de los cuerpos», ya que el reposo absoluto no es conocido, debe haber «algo» que otorgue aquella propiedad. Hallar ese «algo» no constituyó nunca una preocupación ya que lo práctico ha sido utilizar alguna fuerza que hiciera salir a un cuerpo de su estado de reposo relativo, que lo «hiciera mover». Y como la fuerza más común era dada por los músculos, nadie pensó utilizar otra: la antigüedad, y en especie el Renacimiento, es la apoteosis del *hombre*, él es el centro de la Natura, la que ha sido creada para él, teoría que concuerda perfectamente con las Sagradas Escrituras; la naturaleza, el paisaje, vendrán después, cuando el «hombre» desaparece dentro de la muchedumbre.

En el Renacimiento la Naturaleza es secundaria, es el marco; quien predomina es el hombre: él pinta la Capilla Sixtina, esculpe el David, resuelve las ecuaciones, crea los fundamentos de la Dinámica y es el primer motor de las grandes máquinas. de los «*ingenios*».

Pero, como el Renacimiento se produjo en todas las manifestaciones intelectuales, los antiguos escritos de Herón sobre la fuerza expansiva del vapor de agua sirvieron de fundamento para idear las primeras máquinas a fin de utilizar dicha fuerza.

La descripción de una de tales máquinas se encuentra en «De Magía Naturalis» de Juan Bautista Della Porta, quien nació en Nápoles en 1550 y escribió la obra mencionada a los 18 años de edad. En el libro XIX de la misma se lee el siguiente pasaje:

«Podemos hacer subir el agua por medio del calor solamente. Sea sobre una torre un recipiente de madera, de arcilla o, mejor, de cobre, en el medio del cual se adapta un tubo que desciende hasta el agua de un depósito inferior y cuya extremidad se encuentra colocada de modo que no pueda aspirar el aire. El recipiente superior debe ser calentado por el sol o por medio del fuego, porque el aire contenido en su interior debe dilatarse y enrarecerse; de este modo hace hervir el agua. Al enfriarse el recipiente, porque el sol se retire o disminuye el calor del fuego, el aire se condensa, y, como no es suficiente para llenar la capacidad del recipiente, el agua es aspirada y se eleva sobre su nivel».

Es inútil agregar que Juan Bautista Della Porta, para explicar la ascensión del líquido en el tubo, se apoya en la hipótesis entonces admitida que la naturaleza tiene horror al vacío. Porque faltaba aún un siglo para que Torricelli explicara la verdadera causa de los fenómenos de esta especie considerándolos como efectos de la presión atmosférica.

En cuanto al aparato descripto —el primero en que se aconseja usar «el calor del fuego» para obtener un trabajo mecánico — es conveniente notar que deriva directamente del aparato semejante que Herón de Alejandría describe en su «Pneumáticas», si bien el de Herón es menos perfeccionado y utiliza solamente el calor del sol.

Y también de los escritos de Herón derivan los inventores que siguieron a Della Porta, como Salomón de Caus, Fludd, Martini y Kircher, autores estos tres últimos de relojes cuyo mecanismo funcionaba por la caída de una cierta cantidad de agua, elevada después —análogamente al aparato de Della Porta— por el calor del sol.

Se recordará que también a Herón se debe la primera aplicación de la fuerza expansiva del vapor para producir un efecto mecánico; y también tuvieron que transcurrir diez y ocho siglos para que volviera a idearse otra máquina que utilizara la fuerza del vapor. Y, como las primeras ideas son generalmente las mejores, si Herón ideó un motor a reacción —que actualmente es la última palabra en cuanto a motores térmicos— a Juan Branca se le ocurrió idear una turbina. La complicación del émbolo, de la caja de distribución, de la biela y de la manivela fué una idea posterior.

El mecanismo proyectado y construído por el ingeniero Branca está descripto en la obra que publicó en Roma en 1629 y que tiene por título «Le Macchine». Tres años después Galileo debía publicar su libro famoso: *«Diálogo sopra i due massimi Sistemi del Mondo»*.

Apartándose del procedimiento usado por Herón en la eolípila, Branca ideó un procedimiento completamente distinto para utilizar la fuerza del vapor. En dicho procedimiento el agua de una caldera es llevada a la ebullición mediante el calor del fuego de un bracero; la caldera está provista de un tubo por el cual sale el chorro de vapor para chocar contra las paletas de una rueda; un sistema de engranajes transmite el movimiento originado en la rueda al aparato cuyo movimiento quiera utilizarse.

En la ilustración explicativa de su invento está el bracero, la caldera y la tapa, a la cual —de acuerdo con las costumbres del siglo XVII,— el autor le dió la forma de una cabeza humana de cuya boca sale un soplete. Está representada también la rueda a palas y el piñón que transmite el movimiento al sistema de engranajes que mueven el eje del cilindro, el cual está provisto de dos dientes, situados en dos generatrices opuestas. Al girar el cilindro, los dos dientes producían el movimiento alternativo de dos martillos pilones, porque una de las aplicaciones de esta máquina era la de moler pólvora.

Como se comprenderá, el movimiento de rotación provocado por el chorro de vapor puede ser utilizado en la forma en que se desee.

Nos hemos detenido en la descripción de la máquina porque, inversamente a lo que se ha ideado después, Branca transformada el movimiento rotatorio en alternativo; en las máquinas inventadas y construídas posteriormente el movimiento alternativo del émbolo se transformaba en rotatorio. A pesar de las ventajas que ofrece el primer sistema, la utilización del émbolo hizo caer en el olvido el procedimiento ideado por Branca.

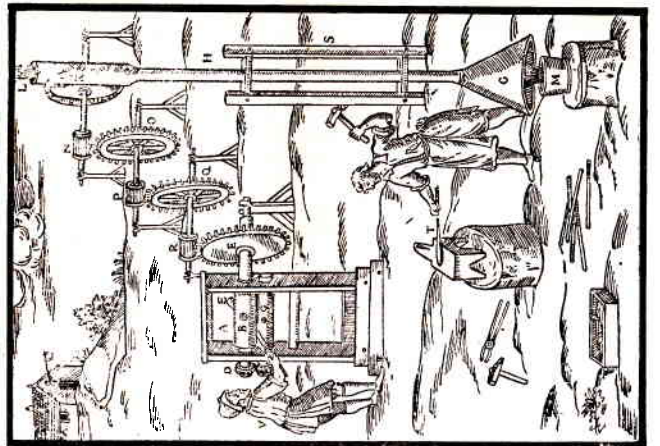
Hubo que esperar 250 años para que otros dos ingenieros, Laval y Pearsons, sueco el primero e inglés el segundo, idearan la turbina, sistema «moderno» que desalojó las máquinas de émbolo en las grandes instalaciones fijas y en los grandes barcos.

Sir Charles Pearsons, que era el hijo menor del conde de Ross —el famoso astrónomo y constructor de telescopios— fabricó en 1892 la primera turbina destinada a mover una dínamo de 100 Kw. En 1894 apareció la turbina de Laval, y en el mismo año 1894 Pearsons fundó una sociedad para experimentar su invento en la propulsión de barcos, para lo cual adquirió un pequeño navío de 45 toneladas al que bautizó «Turbinia». Al poco tiempo la máquina del «Turbinia» pudo desarrollar una potencia de 2.000 HP e imprimir al barco una velocidad de 34 ½ nudos.

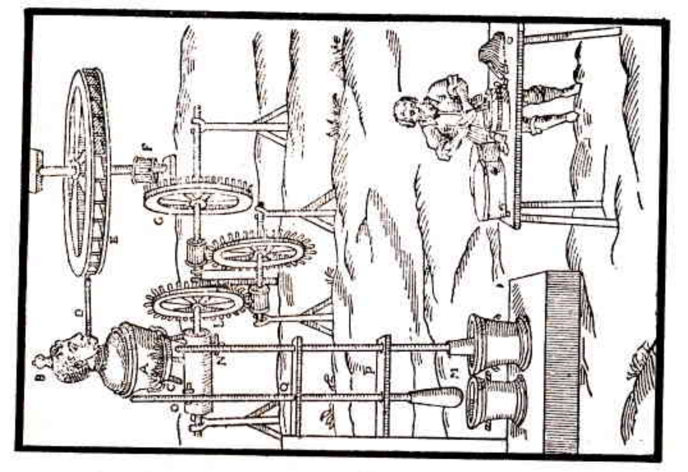
El Almirantazgo encargó a Pearsons la construcción de turbinas para dos torpederos y, como los resultados superaron las esperanzas, en 1905 la Compañía Cunard establecía las turbinas en el «Carmania», el primer barco transatlántico impulsado por este sistema.

Setenta años antes, y precisamente el 8 de Diciembre de 1834, un gran sabio francés, Arago, glorificando los precursores de las máquinas de vapor decía en la Academia de Ciencias de París: «En el «caso improbable que algún día se utilice el vapor «bajo forma de chorro directo, Juan Branca tendrá el primer puesto en la historia de esta clase «de máquinas».

El gran sabio francés fué doblemente mal profeta: en primer término porque el vapor se utiliza bajo la forma de chorro directo; y, en segundo lugar, porque muy pocos se acuerdan que existió el ingeniero Juan Branca.



Máquina de Branca a aire caliente (De un grabado del siglo XVII)



La máquina a vapor de Branca (de un grabado del siglo XVII)

En el tiempo que este inventor genial escribía su obra y efectuaba sus experimentos, la nación más poderosa de Europa seguía siendo España porque no habían pasado aún los tres siglos que tarda una hegemonía en extinguirse. Felipe IV, rey de España y apodado «el Grande» sin que nadie sepa decir por qué, desgobernaba sus estados por intermedio del conde-duque de Olivares y desgobernaba la Lombardía por intermedio del Gobernador que residía en Milán.

A ese Gobernador se dirigió el ingeniero Branca a fin de obtener el apoyo necesario para poner en práctica, y en gran escala, su proyecto. Su Excelencia el Gobernador estaba sumamente ocupado y no tuvo tiempo en estudiar el invento del ingeniero Branca. Lo probable es que tampoco lo hubiera comprendido.

Como curiosidad debemos agregar que mientras Branca se dirigía a Milán para exponer su invento al Gobernador, el Santo Oficio condenaba a Galileo por su obra «Diálogo sopra i due Massimi Sistemi del Mondo».

Si Branca hubiera conocido la capacidad intelectual de algunos gobernantes —ya demostrada en Milán por lo acontecido con el ingeniero Meda medio siglo antes— se hubiera ahorrado el viaje de Roma a Milán; pero, los sabios son a veces de una ingenuidad encantadora.

Contemporáneo de Branca y de Galileo era Juan Alfonso Borelli, nacido en Nápoles en 1608, físico, fisiólogo y profesor de matemáticas en la Universidad de Pisa; Borelli era además Miembro de la «Academia del Cimento», la segunda Academia sabia que se fundó en el mundo, después que el Santo Oficio clausuró la primera, la «Secretorum Naturae» de Juan Bautista Della Porta.

El hecho de ser profesor de la Universidad de Pisa, en la misma cátedra de Galileo, califica ya a Borelli como apóstol de la Ciencia, porque es preciso ser apóstol de la Ciencia para dictar clases mediante la retribución de cinco escudos mensuales.

Borelli, tan grande anatomista como mecánico, considera el organismo animal como una máquina compuesta, formada por un conjunto de máquinas

simples cuyo funcionamiento obedece a leyes de equilibrio.

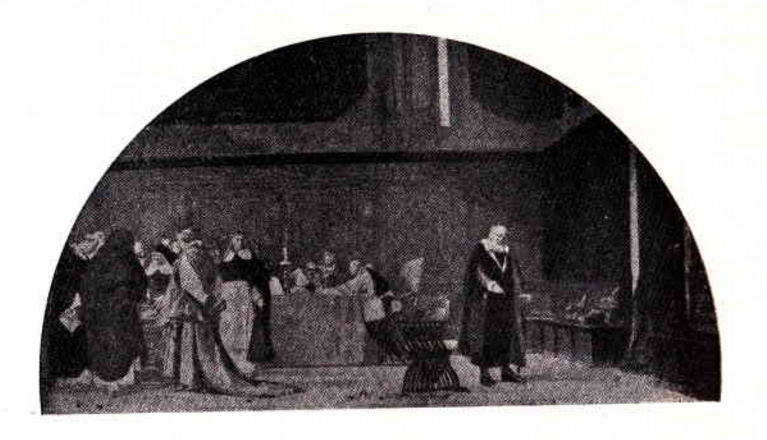
De acuerdo con este principio, calcula en cifras el esfuerzo desarrollado por cada músculo durante el movimiento y da la explicación mecánica de dicho movimiento. Observa que todos los músculos deben desarrollar siempre un gran esfuerzo, mismo en el caso que las resistencias a vencer sean pequeñas, y demuestra que esto es debido a tres causas: a) por la oblicuidad de la inserción de los músculos; b) porque el punto de inserción de los músculos es más próximo al centro del movimiento que el punto de aplicación de la resistencia o del peso que debe girar alrededor de aquel centro; c) por la dirección de las fibras musculares con relación al tendón.

No queremos extendernos sobre las consideraciones de Borelli quien amplía sus observaciones y afirma que no sólo el movimiento, sino todos los procesos vitales están sometidos a leyes matemáticas y, por consiguiente, debe aplicarse a estos procesos la ciencia del cálculo y las leyes de la mecánica.

Borelli, como hemos dicho, era Miembro de la Academia del Cimento, cuyo lema «Provare e Riprovare» bien se adice a una época en que nacía vigorosa la Ciencia Experimental. Esta reunión de sabios, formada por Borelli, Cassini, Dati, Del Buono, Fabry, Falconeri, Marsili, Megalotti, Oliva, Redi, Ricci, Rossetti, Nicolás Stenon, Thévehot y Viviani, fué disuelta por intervención de la Iglesia. En 1679 murió Borelli, antes que apareciera su obra.

La cual obra, de acuerdo con las costumbres de la época, ostenta un título muy largo, especie de sumario de lo tratado. Se divide en dos partes y el título de la primera parte es: «De motu animalium, « pars prima, in qua copiosae disceptatur de mo- « tionibus conspicuis animalium, nempe de externa- « rum partium flexionibus, extensionibus et tandem « de gressu, volatu, natatu et ejus anexis. Roma « MDCLXXX».

El título de la segunda parte es: «Pars altera, in « qua disceptatur de causis motu musculorum et



La condena de Galileo (De un cuadro de Barabino)

Firma de Galileo ciego

« motionibus internis, nempe humorum qui per va-
« sa et viscera animalium fiunt».

Hé aquí, pues, tres hombres y tres obras escritas casi al mismo tiempo y en el mismo lugar: «Le Macchine», de Branca; los «Diáloghi sopra i due Massimi Sistemi del Mondo», de Galileo; y «De motu animalium», de Borelli. Una trata el movimiento de las máquinas, otra el movimiento de nuestro planeta y la tercera el movimiento de los animales. Ellas son las precursoras de la época moderna, la época del movimiento, la del imperio de la velocidad. A la estática de la cultura sucederá la dinámica de la civilización.

En el «villino» que era su prisión en Arcetri, Galileo dictaba una de sus últimas cartas, dirigidas al amigo Elías Diodati.

«Galileo, vuestro querido amigo y servidor —de-
« cía la carta— desde hace un mes está irrepara-
« blemente ciego; de tal modo que aquel cielo.
« aquel mundo y aquel universo que yo con mis
« maravillosas observaciones y claras demostracio-
« nes había ampliado por cien y mil veces se ha res-
« tringido para mí de tal manera que no es mayor
« del espacio que ocupa mi persona».

Los dioses fulminan a los gigantes: la parálisis quitó a Leonardo el uso de la mano derecha. Beethoven quedó sordo y Galileo ciego. Pero Galileo, último genio del Renacimiento, al establecer los fundamentos de la dinámica abrió las puertas de la época moderna —la época de la civilización y del movimiento.

Y en su desgracia se vuelve más gloriosa la figura de ese noble anciano, descubridor de los espacios celestes y ciego vidente entre los perdidos en la oscuridad.

☆

XVII

El fin del Renacimiento. - Desarrollo de la navegación interior.- Iniciación de los ferrocarriles y de la red de carreteras. - De la cultura a la civilización

El Renacimiento se ha encaminado hacia el Norte y los pueblos del Mediterráneo han entrado lentamente en un estado de adormecimiento. La Cultura árabe es un lejano recuerdo, y lo será más tarde la cultura italiana, porque su principal misión ha sido cumplida.

Los «murazi» de Venecia y las obras de Val de Chiana fueron con el «Acueducto Carolino» las últimas grandes obras italianas que siguieron al Renacimiento y sintieron su influencia; pero, cuando ellas fueron llevadas a cabo ya el Renacimiento había emigrado.

El «Acueducto Carolino», que debe su nombre al rey Carlos III, alimenta con las aguas derivadas del Monte Taburno las cascadas del Parque de Caserta y constituye la obra maestra de ingeniería de Vanvitelli, como el Palacio Real de Caserta es su obra maestra de arquitectura; y, aun ahora, después de doscientos años, ellas están entre las más grandes y las más hermosas del mundo.

Empezaron los trabajos del acueducto en 1753, perforando cinco montañas y cruzando cuatro valles en un recorrido de 50 kilómetros. La inauguración tuvo lugar el 7 de mayo de 1762, y es fama que Vanvitelli había predicho al rey Fernando IV que

el agua empezaría a salir del acueducto a la hora 10; el rey observaba atentamente las agujas de su reloj, y, cuando éstas marcaron las 10 en punto, dijo al célebre ingeniero:

—Vanvitelli, el cálculo no está bien: el agua no sale todavía.

—Majestad, —contestó Vanvitelli— he calculado con mi reloj y no con el de Vuestra Majestad; en mi reloj aun faltan tres minutos para las 10.

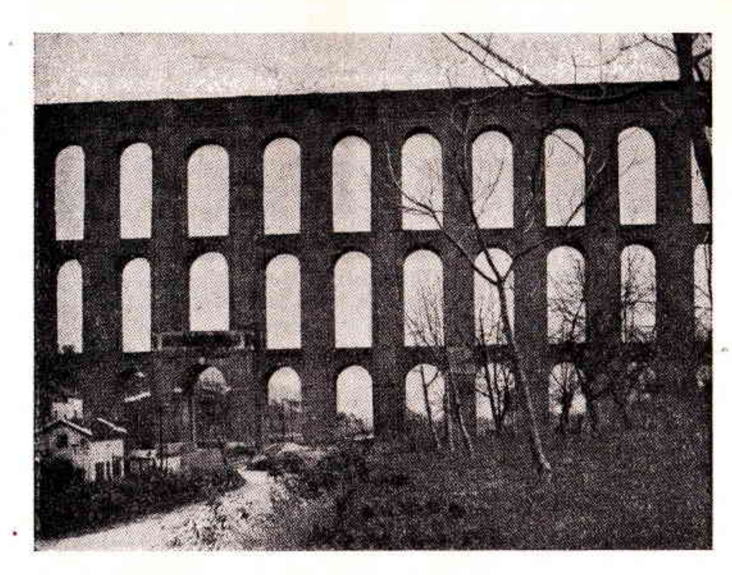
Y es sabido que el agua, que tarda cuatro horas en recorrer el acueducto, empezó a salir a la hora exacta calculada por Vanvitelli.

De los grandes puentes que comprende esa gran obra, el más importante es el llamado «Ponti della Valle», construído por Vanvitelli. Estos «Ponti» son en realidad un gigantesco viaducto, tendido entre dos montañas —el Monte Longano y el Monte Calvi— en una longitud de 529 metros y con una altura de 56 metros en tres órdenes de arcadas: la primera de 19 arcos, la segunda de 28 y la tercera de 43. Las pilas de la arcada inferior tiene una sección de m. 10,56 por m. 5,28; las de la intermedia son de m. 10,00 por m. 5 02; y la sección de las pilas de la superior es de m. 7,92 por m. 4,75. Debajo del gran arco del tramo inferior pasa la carretera; sobre la arcada superior corre el agua por el canal.

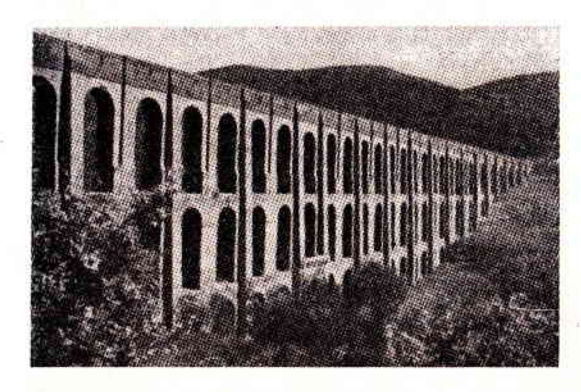
La construcción del viaducto duró seis años, desde el 1753 hasta el 1759, y en el mismo año 1759 se encontraron a mitad camino las dos cuadrillas de obreros que escavaban en la roca viva el túnel de Monte Calvi. Empero, a pesar de la dureza de la roca, no fué esta galería la que presentó mayores dificultades sino la del Monte Longano, donde lo friable del terreno obligaba a la construcción de la bóveda simultáneamente a la perforación.

Y si, teniendo en cuenta la región alejada de los grandes centros y la falta de los medios mecánicos modernos, estas obras gigantescas resultan asombrosas, el asombro es mayor si se piensa que durante las escavaciones apareció un antiguo acueducto romano, el del «Aqua Julia», unos diez kilómetros más largo que el «*Carolino;* acueducto que los ro-

ACUEDUCTO CAROLINO



Las arcadas centrales de los "Ponti della Valle"



Ponti della Valle

manos habían construído para llevar las mismas aguas que procedían del Monte Taburno hasta la ciudad de Capua.

Así el acueducto que debía proveer de agua al Parque de un rey se encuentra con otro construído 1700 años antes y destinado a proveer de agua a un pueblo. Parecería que en los 17 siglos la humanidad hubiera retrocedido; y el sentimiento de angustia que esto produce es tanto mayor cuando se recuerda que al mismo Rey Carlos III, quien mandó edificar el inmenso Palacio Real de Caserta y llevar a cabo las obras del acueducto Carolino para las grandes cascadas del Parque Real, al mismo rey —decíamos— el «Padre de la Filosofía de la Historia», Juan Bautista Vico —profesor de la Universidad de Nápoles— le dirige una carta en los siguientes términos:

«Desde hace más de cuarenta años he servido y «sirvo en la Cátedra de esta Real Universidad con «el tenue sueldo de cien ducados por año, con los «cuales he podido sustentarme miserablemente con «mi pobre familia; y ahora he llegado a una edad «muy avanzada y me encuentro oprimido por nu«merosos males que los años y los trabajos sufri«dos suelen traer».

Y agrega:

«Por las angustias presentes en las cuales yo y «los míos vivimos, considero y preveo las mayores «en las que mi pobre familia caerá cuando yo ha«bré dejado de vivir».

Hemos citado a Juan Bautista Vico al principio de este curso al referirnos a su definición de «ingenio»; recordaremos las palabras de Chateaubriand respecto a ese gran hombre: «Pacientemente adormecido durante un siglo y medio —dice Chateaubriand— ha resuscitado ahora para clamar su gloria retardada; cuando llegó la época de las ideas que él representaba, ellas han golpeado en su tumba para despertarle».

Según la teoría de Vico, el período de decadencia de una civilización se une y se confunde con el principio de otra civilzación que substituye a la anterior, y, empezada la decadencia, se repiten las formas características de los orígenes.

En el siglo XVIII existen en Italia los grandes hombres, pero o deben emigrar o la mayoría de ellos viven miserablemente; éste es el síntoma de la decadencia. Italia ya no es el centro de la cultura y de la actividad; una de las calles más comerciales de Londres se llamará aún «Lombard Street», Calle de los Lombardos; la moneda que tenía la imagen del dux se llamará «ducado», pero la decadencia ha comenzado en el siglo XVII; ya la exta escuadra veneciana no visitará los puertos del Mar del Norte y del Báltico, Inglaterra no hará transportar más sus soldados al continente por la flota genovesa: Enrique VIII había llamado ingenieros italianos renombrados en todo el mundo —dice Archibald Huld— para enseñar a los ingleses como se construían y manejaban las embarcaciones, porque quería que Inglaterra dispusiera de una escuadra propia. A pesar de las obras de Vanvitelli en el puerto de Ancona, ese puerto queda de segundo orden: el comercio, la riqueza, el Renacimiento han pasado los Alpes, han ido hacia el Norte, y en el siglo XVII Holanda era el estado más comercial de Europa.

Las corrientes marinas, ensanchando y profundizando el brazo occidental de la Escalda, dieron importancia a Amberes que, por otra parte, atrayendo el tráfico del Nuevo Mundo, adquirió una prosperidad maravillosa, hasta que la independencia de las Provincias Unidas y el cierre de la Escalda hicieron disminuir su población de 150.000 habitantes a sólo 40.000.

Los grandes trabajos hechos efectuar por Napoleón fueron inútiles porque sobrevino la separación de Bélgica y Holanda, y recién cuando Holanda suprimió la Aduana en 1863 el puerto de Amberes entró de nuevo en una curva ascendente hasta ocupar, como ocupa actualmente, el tercer puesto —después de Rotterdam y Nueva York— entre los puertos del mundo.

Del mismo modo que durante la Edad Media las vidrerías de las costas de Siria contribuyeron a perfeccionar la industria veneciana y el proceso de

fabricación de la seda era importada en Italia, y desde el Oriente del «Camiss» persa se había imitado el uso y el nombre de las camisas de tela, se habían aprendido los secretos de fabricación de los tejidos asiáticos e importado el uso de los molinos de viento, así los tejedores de Flandes, refugiados en los pantanos de la Mersey a fines del siglo XVI y principio del XVII, llevaron a Inglaterra la industria de los tejidos que debía constituir una de las principales riquezas de la isla.

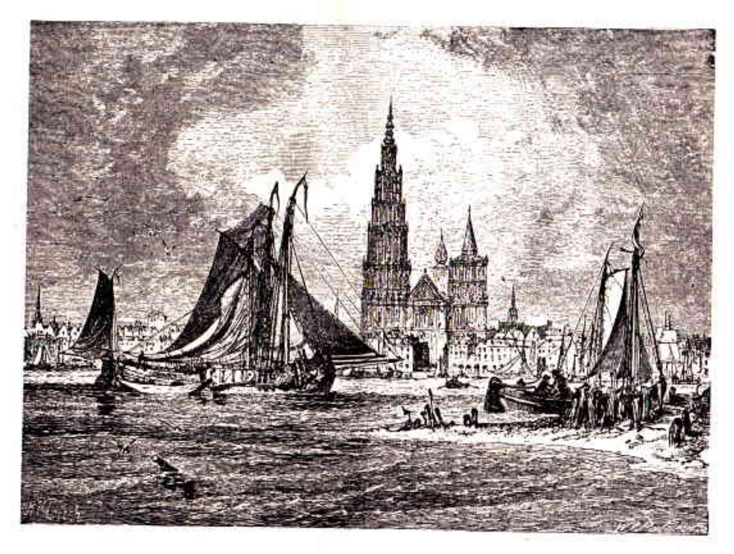
Mientras tanto las comunas italianas, después de haberse transformado en «señorías» están sometidas al extranjero; las grandes obras son llevadas a cabo por el pueblo o por los dictadores; y las grandes obras terminaron prácticamente cuando terminaron las comunas y los «señores». Raramente el conquistador construye.

José II, Emperador de Austria, al inaugurar el año Académico en la Universidad de Pavía, ordenaba: «Nos no deseamos sabios, sino súbditos fieles a nuestra casa».

La tierra holandesa fué arrancada al mar por los holandeses, la laguna fué regularizada por los venecianos y los canales de Lombardía fueron escavados por los lombardos; nada hizo por estas regiones el extranjero.

«Nosotros podemos mostrar a los extranjeros —decía Carlos Cattáneo— nuestra llanura movida y casi vuelta a hacer por nuestras manos. Hemos tomado las aguas de los alveos profundos de los ríos y de los valles palustres y las hemos distribuído en nuestras áridas landas. Mitad de nuestra llanura está dotada de irrigación, y corre por los canales artificiales un volumen de agua que pasa de treinta millones de metros cúbicos por día. Una parte de la llanura, por arte toda nuestra, verdea también de invierno, cuando alrededor todo es nieve y hielo. Las tierras más estériles se han transformado en arroceras; de modo que a la misma latitud de Suiza y de la Vandea hemos establecido los cultivos de la India.

Esperamos que otra nación nos muestre, si puede, en el mismo espacio de tierra los vestigios de



Puerto de Amberes (De una antigua estampa)

mayores y más perseverantes trabajos. Es una descortés y desleal afirmación la que atribuye todo lo que hay entre nosotros al favor de la naturaleza y a la amenidad del cielo; si nuestro país es fértil y hermoso, podemos decir también que ningún pueblo desarrolló con tanta perseverancia de arte los dones que le confió la amable naturaleza».

Las obras de arte a que se refiere Cattáneo ran anteriores al siglo XVIII, contemporáneas a las holandesas y venecianas; posteriormente las otras naciones demostraron lo que vale un conjunto de hombres, utilizando los medios que facilita la civilización, para modificar casi radicalmente las condiciones adversas de la naturaleza.

Y una de aquellas naciones de Europa es Rusia, llegada última en el concierto europeo por las causas indicadas ya, y dispuesta a ocupar, a pesar de eso y gracias a la extensión de su territorio, un lugar predominante.

Por eso Pedro el Grande funda a principio del siglo XVIII una ciudad, San Petersburgo, y la erige a capital cuando todas las ciudades del Occidente europeo estaban fundadas, y llama a ingenieros del Occidente después de haber ido él mismo a trabajar de carpintero de ribera en los astilleros de Zaandam.

Es necesario «occidentalizar» a Rusia y eso se consigue con las obras, y para las obras se necesitan ingenieros; la cultura vendrá después. Esto piensa Pedro el Grande y lo pensará Catalina I, la esposa que tomó el poder a la muerte del Zar, y que de pobre campesina se transformó en Emperatriz de todas las Rusias.

Y en una de las regiones donde a galope desenfrenado se precipitaban las hordas tártaro-mongolas de Atila y de Gengis Khan, sembrando a su paso la desolación y la masacre, uno de los ingenieros de Pedro el Grande, el ingeniero De Gemin, construye en 1722 una fundición para el mineral de cobre que abundaba en las cercanías. Alrededor de la fundición fueron fabricándose pequeñas casas de madera —«isba»— para los obreros. Poco o poco los obreros aumentaron, las casas fueron construídas en material, y en 1796 esas casas formaban ya una ciudad cuyo nombre era Perm y cuya importancia era tal que fué erigida a sede de una gobernación.

Se descubrieron después minas de hierro, de ro y de platino, y Perm se volvió la capital de un centro metalúrgico y minero de primer orden; la ciudad se transformó de asiática en europea, cerca de los bazares se instalaron las tiendas occidentales y el carácter asiático si no desapareció fué esfumándose lentamente.

Por fin se fundó una Universidad, la Permskij Gosudarstvenyi Universitet, con una biblioteca de 150.000 volúmenes y cuatro Facultades: biología, físico-matemática, química y geología.

Como se comprenderá, estas dos últimas ramas, que hicieron famosa la Universidad, eran imprescindibles ya que Perm se encuentra en una de las cuencas metalíferas más grandes del mundo. La cuenca es atravesada ahora por el Transiberiano en la zona comprendida entre Perm y Omsk, entre la ciudad fundada por un ingeniero —Perm— y la ciudad fundada por un general —Omsk.

Parecería que esa cuenca metalífera, esa región minera que se nos presenta al retumbar del en sobre el puente que cruza el río Kama, fuera una especie de ofrenda que la opulenta Asia dona al ingreso de los Urales, la moralla que la separa de Rusia, su «antesala».

Y entre los dones está el del metal más valioso del mundo, el platino, cuyo valor oscila entre dos y tres veces el del oro. A la verdad se necesitó mucho tiempo para que la humanidad se apercibiera de tener a su disposición un metal de tan grande valor, puesto que poco después de su descubrimiento en Colombia, allá por el 1737, se vendía a un dólar la libra y los aventureros lo utilizaban para falsificar los doblones españoles de plata. Vender platino, dando a entender que es plata para engañar al comprador, es una prueba de la inteligencia de aquellos aventureros.

Perm está sobre el río Kama, que es afluente del Bielaia, el que a su vez lo es del Viatka, y el

Viatka es afluente del Volga, el «río nodriza», el río más lento del mundo, que parece llevar en el murmullo de sus olas el canto lejano de la tierra rusa, y cuyo curso, torciendo hacia el Este, ha llevado a los rusos hacia el Oriente y ha hecho de su Imperio el verdadero Jano Bifronte, quien mira al mismo tiempo hacia el Este y hacia el Oeste.

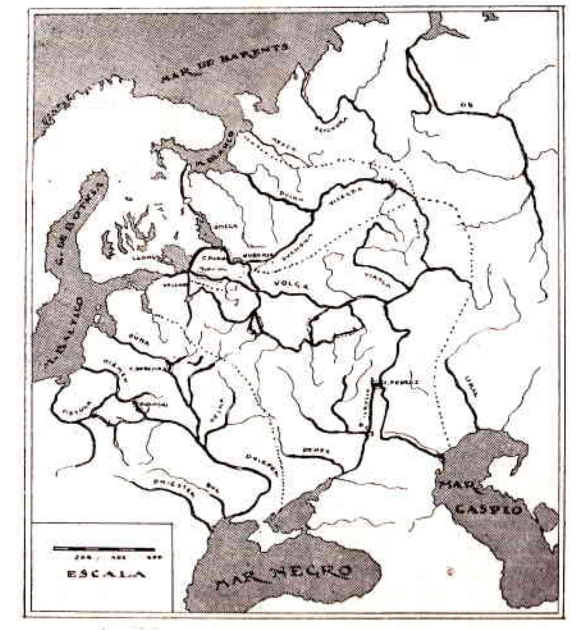
El Volga, al cual los rusos designan como «la pequeña madre», la «Matuchka», con su promedio de 10.000 metros cúbicos de agua por segundo, con sus 12.000 km. de vías navegables, con los productos de su pesca, con su enorme red de afluentes, ha dado la vida a los sesenta millones de habitantes que pueblan las tierras que atraviesa, y ha hecho posible la comunicación entre el mar Blanco y el mar Caspio por medio del canal del Norte, empezado por Catalina I en 1726 y terminado en 1820, casi un siglo después.

Ya Pedro I había proyectado, personalmente, el canal María, entre el Kovja, afluente del Lago Blanco y la Vitegra, afluente del Onega, pero la construcción de ese canal se demoró, y sólo en 1808 pudo ser inaugurado.

En 1765 el General Oginsky proyectó y comenzó a escavar por su cuenta y de su peculio el Canal que lleva su nombre, y lo terminó en 1787; pero la época de inauguración de los canales rusos corresponde a los principios del siglo XIX.

Así el Canal de la Beresina, fué terminado en 1801 para unir la Duna y el Dnieper y a éste siguieron el de Tikvine entre el Tikvine y el Volga, el de Coubensk que, uniendo el Dheksna, afluente del Volga, con el Lago de Kobensk, establece la comunicación entre el Mar Blanco y el Mar Caspio; el Canal de Vichni-Volotchof que une el Volga con el Mar Báltico por el Volkof y la Neva; el de Pedro I, entre el Ilavlia, afluente del Don, y la Kamichenka, afluente del Volga, de unos 160 km de longitud, etc.

En resumen, los canales rusos, empezados a construir en el siglo XVIII —seis siglos después de los canales lombardos— formaban con la red fluvial en el siglo XIX un desarrollo total de vías navega-



Las vías navegables rusas

bles de 44.000 kms., divididas en tres sistemas principales:

1) el del Volga, unido por el sistema «María» a la Neva y al Golfo de Finlandia, destacando ramificaciones entre las cuales las de Perm y Novgorod son las principales. 2) el de Duna y del Dnieper unidos. 3) el del Dvina del Norte, unido al Kama de un lado y al sistema «María» del otro.

Y por último, un canal aislado es el que encierra Leningrado, iniciado en 1805 y terminado en 1832, cuyo principal objeto es circunscribir la antigua capital por el Sur y ofrecer un cómodo refugio a las embarcaciones que llegan del interior, y cuya obra principal —verdadera obra maestra de la ingeniería— es el puente acueducto de Ligova.

No debe suponerse que los canales artificiales que unen los ríos sean para barcos de pequeño calado. Al contrario, son canales para buques de gran tonelaje. El que une la Duna con la Beresina, por ejemplo, de 400 kms. de longitud, tiene un ancho de 65 metros y una profundidad de m. 8,50: de modo que hasta los grandes buques de guerra pueden pasar en pocos días del Báltico al Mar Negro.

Diez y siete grandes puertos han sido excavados a lo largo de esa gigantesca vía de una longitud total de mil seiscientos kilómetros, de los cuales cuatrocientos en canales —según se ha dicho— y mil doscientos en ríos canalizados.

El proyecto primitivo de esta gran obra se debe al ingeniero Defosse, quien ideó unir con un canal navegable la desembocadura del Duna, en Riga, con la del Dnieper en Kherson, siguiendo el brazo principal del río hasta la confluencia con la Meritza. Desde allí, a través de algunos lagos, el canal alcanzaría la Beresina al Lago Pelik, desde el cual procedería en línea recta hasta unirse con el Dnieper. Allí debía crearse un lago utilizando los pantanos que existen en la región, después se seguiría el curso del Dnieper, con un segundo lago regulador en la confluencia con el Pripet.

Los 44.000 kilómetros de vías navegables, el mayor sistema del mundo de navegación interior, contrasta enormemente con la exigüidad de la red de carreteras: baste decir que antes de la primera guerra mundial, Rusia disponía de 39.000 km. de carreteras, la cuarta parte de la extensión de la red romana en el siglo II. Y si a ésto se agrega que la red navegable del río Volga está interrumpida durante tres meses del año a causa de los hielos, y que por la misma razón la del centro se interrumpe durante cinco meses y la del Norte durante ocho, se ve que la distancia —o sea el gran enemigo del progreso ruso— no está completamente vencida.

Nos hemos detenido en la red navegable rusa porque esa nación —según se ha dicho— llegada última en el concierto europeo, debió y debe proceder a pasos agigantados para ponerse al nivel del Occidente, donde ya se construían obras magníficas cuando en Rusia dominaban los tártaros de la Horda de Oro.

Y si a esto se agrega la carrera hacia el mar abierto, la «necesidad de respiro», puede comprenderse perfectamente el interés que representa para el ingeniero observar el proceso evolutivo de una nación de veinte millones de kilómetros cuadrados que comenzó a construirse hace pocos siglos y que aún está construyéndose.

Esa necesidad de respiro había hecho decir a Pedro el Grande, después de vencer a los suecos, que «había abierto una ventana» sobre el Mar Báltico. Para asomarse a esa ventana, fundó San Petesburgo.

Pedro el Grande murió en 1725, y en el mismo año nacía en Francia, y precisamente en Void, departamento del Mosa, Nicolás Joseph Cugnot. Y dado que se conoce mucho a Pedro el Grande, y muy poco a Nicolás Joseph Cugnot, es conveniente recordar a esta gran figura de ingeniero.

Cugnot había residido algún tiempo en Alemania y había regresado a Francia en 1763; dos años después de su regreso, o sea en 1765, resolvió proyectar y construir un vehículo automóvil utilizando la fuerza del vapor de agua.

Casi sesenta años antes, otro francés, Dionisio Pa-

pin, había aplicado una máquina de vapor de su invención a un barco provisto de ruedas a palas. Se había embarcado en Cassel en su pequeño navío con el propósito de llegar hasta Münden, y desde Mönden pensaba alcanzar el Weser. Pero, los barqueros del Weser temieron la competencia del nuevo sistema y no sólo le impidieron el paso, sino que rompieron el barco y destrozaron la máquina.

Papin perdió con esto las únicas riquezas que poseía; tenía sesenta años, estaba enfermo y abandonado por todos. Se retiró a Inglaterra, donde había comenzado sus experiencias, y allí murió en la miseria siete años después.

Estos antecedentes no permitían hacerse ilusiones sobre el porvenir que le esperaría al que ideara un nuevo sistema de propulsión; sin embargo, Cugnot contaba con su ciencia, con su entusiasmo y con la ayuda del Elector de Sajonia; tres razones poderosas para intentar el experimento.

Y el experimento tuvo pleno éxito; el vehículo —el primer vehículo automóvil que se construyó en el mundo— tenía tres ruedas, una motora delantera y dos traseras para la dirección. La caldera estaba colocada delante de la rueda motora, unida a dos cilindros, con sus respectivos émbolos dispuestos verticalmente; el vapor actuaba sobre un lado sólo de los mismos. Un mecanismo ingenioso y complicado regulaba el movimiento alternado de los émbolos, para lo cual una transmisión de palancas producía el cierre y la abertura de las válvulas para la entrada del vapor.

El óptimo resultado del experimento entusiasmó al mecenas y al ingeniero, razón por la cual este último proyectó y construyó un segundo vehículo más poderoso que el primero, para transportar una carga de 4500 kg. a una velocidad de 40 km. por hora; una especie de camión actual.

Pero, hemos dicho que el vehículo no tenía cuatro ruedas sino tres, de este modo la maniovrabilidad era escasa: el conductor no pudo evitar a tiempo un obstáculo y chocó contra una pared. Este «accidente de tránsito» tan común en los tiempos actuales, fué suficiente para que el Elector de Sajonia retirara su apoyo y se terminaran comple-



El vehículo automóvil de Cugnot

tamente las experiencias; porque los mecenas tienen el defecto de entusiasmarse y desentusiasmarse con rapidez vertiginosa.

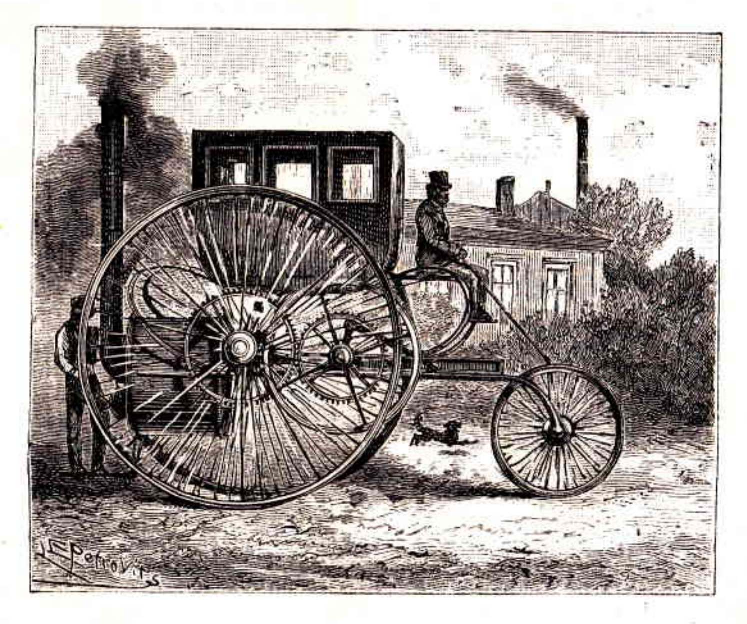
Luis XV otorgó a Cugnot una pensión de 600 francos anuales, lo suficiente para no morir de hambre; pero cuando sobrevino la Revolución Francesa, la Asamblea dispuso que le fuera quitada la pensión al ingeniero Cugnot, quien se retiró a Bruxelles donde vivió de limosna. El advenimiento de Napoleón hizo que se volviera a otorgarle la pensión, aumentándola a 1000 francos por año; pero muy poco tiempo pudo disfrutar el ingeniero Cugnot de esa munificencia, porque murió en 1804, a los setenta y nueve años de edad y a los cuarenta de sufrimientos.

Los restos de Cugnot fueron a la fosa común; el memorable automóvil, recompuesto de los desperfectos sufridos en el choque, está en el «Conservatoire des Arts et Métiers» de París.

Treinta años después que la máquina de Cugnot chocara contra una pared, se incendiaba otro automóvil a vapor construído por un mecánico inglés, Ricardo Trevethick. Más afortunado que Cugnot, Trevethick encontró un pariente suyo, un tal Vivian, que le facilitó el capital para construir una nueva máquina.

Empero, el mal estado de las calles de Londres causaba desperfectos en el mecanismo; entonces Vivian perdió el entusiasmo y Trevethick tuvo que vender las piezas de su automóvil, después de haberlo desmontado, para poder satisfacer sus compromisos.

Pero, con una tenacidad ejemplar, volvió a construir con sus propios medios no un automóvil, sino una verdadera locomotora que podía arrastrar cinco vagones cargados con 10 toneladas de hierro y 70 hombres, y recorrer 9 millas en cinco horas. Para esto había provisto a las ruedas de la locomotora y de los vagones de pestañas, inventadas a fines del siglo XVIII por Jessop, y las ruedas corrían sobre rieles de hierro, inventados por el ingeniero Guillermo Reinolds en 1780, rieles que vinieron a substituir las láminas de hierro sobrepuestas a



El primer automóvil de Trevethick

los tablones de madera para facilitar el rodar de los carros que transportaban carbón en el Contado de Gales.

Con estas innovaciones supuso Trevethick que podía tener éxito, pero no fué así: después de algunos inconvenientes, derivados de la falta de potencia, y de la rotura de los durmientes, la locomotora en una curva del camino de Homfray salió de los rieles y se volcó. Otros accidentes terminaron por desanimar a Trevethick quien, por último, se retiró en el Northumberland para continuar a ejercer su profesión de constructor de máquinas fijas.

El primer automóvil de Trevethick difería del de Cugnot porque, en lugar de la rueda delantera motora, eran motoras las dos ruedas posteriores, dejando la dirección para la rueda anterior. Además, la caldera estaba situada en la parte posterior del vehículo.

Cuando Trevethick se retiró al Northumberland, ya había nacido en esa misma región, veinticuatro años antes, y precisamente en 1781, Jorge Stephenson. El padre de Stephenson era fogonero y, antes de llegar a serlo él también, cuidaba las vacas a lo largo del río Tyne y los carros cargados de carbón que salían de la mina de Wylam. Aprendió a leer a los diez y ocho años y, a rato perdido, era relojero y zapatero. A los 21 años cuidaba la máquina de Wellington-Ballast Hill; se enamoró de una hermosa niña, Fanny Henderson, a quien conoció a raíz de un par de zapatos que la señorita Henderson había pedido que le acomodara, se casó con ella y del idilio nació un hijo, Roberto Stephenson.

El resto es sabido porque Samuel Smiles, el autor del Self-Help, narra detalladamente la vida del «padre de los ferrocarriles». Y así es conocida también la historia de la primera línea férrea que el 27 de setiembre de 1825 unió Darlington a Stockton. El tren de 34 vagones con 450 personas pesaba 90 toneladas, y la distancia de 14.500 metros que separa las dos ciudades fué recorrida en una hora y cinco minutos.

Esto constituía un éxito, pero irritó sobremanera a muchos nobles, y muy especialmente al duque de Bridgewater. A pesar del experimento, cuando se trató de construir la línea de Liverpool a Manchester, hubo innumerables oposiciones. Stephenson era un visionario, un «alocado». «A quien se le ocurre —decía muy seriamente la célebre Revista inglesa «Quarterly»— a quien se le ocurre un absurdo más manifiesto, una pretensión más ridícula que la de viajar con locomotoras de una velocidad doble que la de las diligencias?»».

El gobierno inglés titubeó, pero por fin, después de muchos meses, otorgó la concesión para la construcción de la línea de Liverpool a Manchester, de acuerdo con el proyecto presentado por Jorge Stephenson.

Dos obstáculos importantes presentaba la línea: en primer lugar los tembladerales de Chat Moss, y en segundo lugar la oposición de los Lores que impedían a mano armada que los ingenieros encargados del trazado y de la enrieladura pasasen cerca de sus posesiones.

Para el primer inconveniente, Stephenson ideó un puente formado por fajinas y maderamen sobre los cuales se apoyaban los rieles en una longitud de varias millas; para el segundo inconveniente, proveyó de armas a los ingenieros para que se defendieran en la misma forma en que eran atacados.

El 25 de Abril de 1829 la Administración ofreció un premio para una máquina que recorriera un trozo rectilíneo de 2 millas sobre la vía férrea, ya casi terminada. Las condiciones eran las siguientes:

1) Carga máxima: 6 toneladas.
2) Carga de remolque: 20 toneladas.
3) Velocidad mínima: 16 km. por hora.
4) Lugar donde debía efectuarse la prueba: Llanura de Rainhill, en una línea recta de 2 millas.
5) Premio al vencedor: 500 libras.
6) Costo máximo de la máquina: 550 libras.

Se presentaron tres competidores y es célebre la victoria de Jorge Stephenson con su máquina «The Rocket», que transportó 30 toneladas a una velocidad de 30 km. por hora, gracias al haber aumentado el tiraje de la chimenea inyectado el vapor que

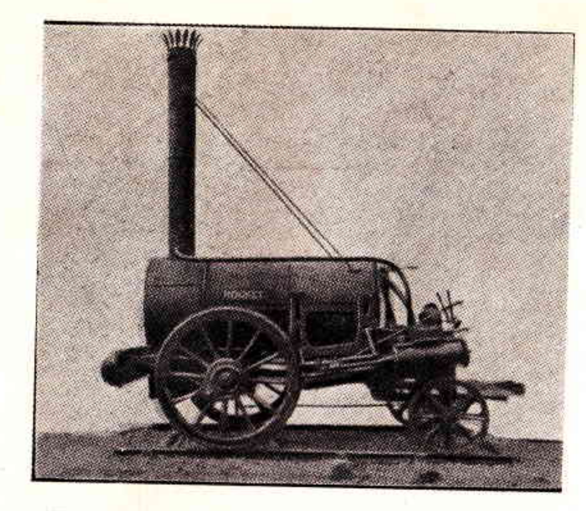
salía del émbolo, y al haber empleado una caldera tubular.

Entonces se recordó que un ingeniero francés, Marcos Seguin, había solicitado una patente para una caldera tubular; que antes que Séguin, y también en Francia otro ingeniero francés, Carlos Dalery, había solicitado en 1803 una patente también para una caldera tubular; y, por último, alguien recordó que en 1782, es decir un año después de nacer Stephenson, se publicó un libro en Brescia, escrito por un italiano, Carlos Bettoni, en el cual libro —cuyo título era: «Pensiero sul governo dei fiumi»— se decía entre otras cosas: «...con menor cantidad de calor se puede obtener mayor efecto. Los experimentos que yo inicié tuvieron por objeto aumentar la fuerza del vapor por medio de tubos calentados que atraviesan el agua».

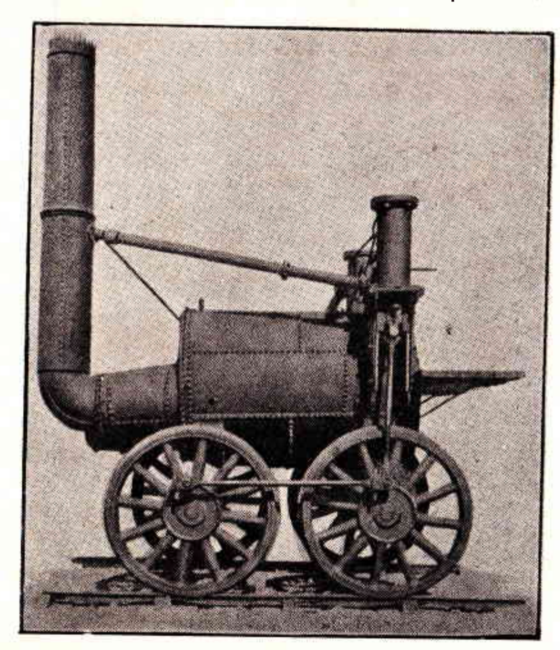
Todo lo cual demuestra tres cosas: en primer término, que Jorge Stephenson tuvo precursores; en segundo término, que a dichos precursores puede aplicarse el bíblico «nadie es profeta en su tierra»; y, en tercer término, que la verdad de ese precepto depende de la tierra donde nace el profeta o, si se quiere, el inventor.

El 15 de Setiembre de 1830 fué una fiesta nacional en Inglaterra, porque se inauguraba, entre el repicar de las campanas, el tronar de los cañones y la música de las bandas militares, la línea de Liverpool a Manchester con un tren oficial en que viajaban el Presidente del Consejo de Ministros, Duque de Wellington, el Príncipe Estehazy, los Miembros delegados del Parlamento, Brich, Holmes, Earle, Huskisson, y todas las notabilidades de la ciencia y del arte.

Y ese día el ferrocarril hizo su primera víctima: detenido el tren en una estación intermedia para la toma de agua, bajaron del vagón el duque de Wellington y los Miembros del Parlamento cuando sobrevino la locomotora que maniobraba. Huyeron todos, Huskisson no hizo a tiempo a ponerse a salvo y fué arrollado por la máquina; al día siguiente, mientras la línea era abierta al público, murió Huskisson.



"The Rocket". - La máquina de Stephenson



La "Sans Pareil": máquina de Hackwort, rival de Stephenson

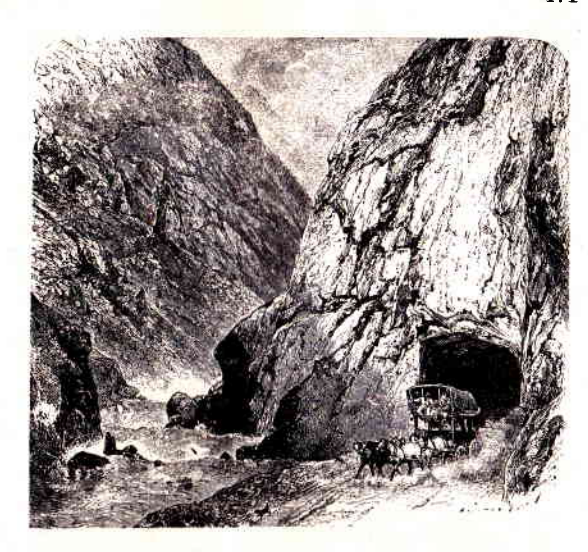
Siete años después, a raíz de un viaje de Amberes a Bruselas, Víctor Hugo escribía a su esposa: «La rapidez es inaudita. Las flores a los lados de la vía no son más flores, más bien son fajas rojas y blancas; no hay más puntos, todo se vuelve líneas; las mieses son cabelleras verdes, los tréboles son largas trenzas verdes, las ciudades, los campanarios y los árboles danzan y se pierden locamente en el horizonte.....».

Ha transcurrido un siglo, el siglo del vapor, y los ferrocarriles han estrechado al mundo en una inmensa red de hierro cuyos nudos son las grandes capitales, y cuyas mallas se extienden cuales brazos gigantescos hacia todos los puntos de la tierra.

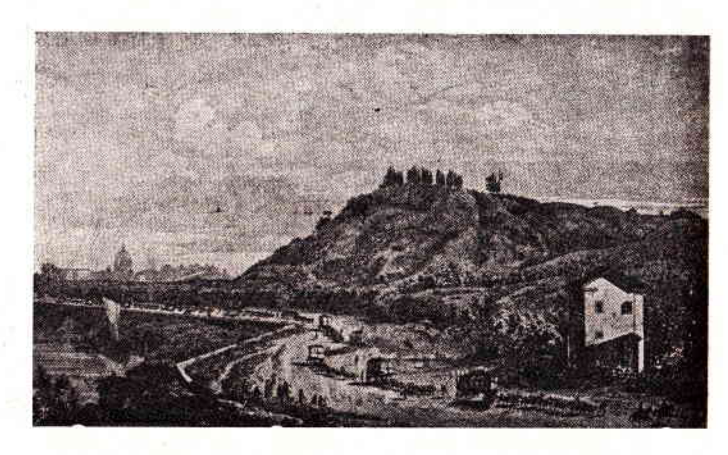
Pero, conjuntamente a los primeros experimentos del automóvil de Cugnot, comenzaba a reiniciarse, y en cierta escala, la construcción de carreteras, las futuras competidoras y —aunque parezca un contrasentido— cooperadoras de los ferrocarriles. Y, por curiosa coincidencia, el mismo Luis XV que otorgó la pensión de 600 francos anuales al ingeniero Cugnot, o sea al inventor del primer vehículo automóvil, encargó —según hemos dicho— al Cuerpo de Ingenieros de Francia (Génie Civil) el trazado de las carreteras francesas; y pocos ños después del experimento de Cugnot, exactamente diez y siete años después, el ingeniero Trésaguet ideaba el procedimiento que lleva su nombre para la construcción de careteras; como si las carreteras y el vehículo automóvil tuvieran que ser ligados por el destino desde su nacimiento.

Comenzó entonces la red vial, primero en Francia y después, extendiéndose poco a poco hacia el Norte y el Sur, alcanzó los Países Bajos, Suiza, los Alpes e Italia. Y a fines del siglo XVIII se construyó la famosa carretera del Gotardo, con el túnel que lleva el mismo nombre —el túnel del Gotardo— de sesenta metros de longitud, cerca del «Puente del Diablo», mientras Galvani hacía sus experimentos y exponía sus teorías en Bolonia y Volta hacía otro tanto en la Universidad de Pavía.

Se descubren nuevas energías y todo se renueva; es un cambio de la humanidad, y entre dos siglos



El túnel en la antigua carretera del San Gotardo



Una carretera a principios del siglo XIX



Volta y Napoleón

«uno contra el otro armado» —dice el poeta— aparece un árbitro: Napoleón, como símbolo de as energías nuevas. Y con Napoleón vuelven las grandes obras públicas, se excavaron canales, se erigieron monumentos, se abrieron caminos; porque las grandes obras públicas, —dijimos— son llevadas a cabo por los pueblos o por los dictadores. Del 1800 al 1801 se traza el camino del Simplón entre Iselle y Briga, precursor —con el camino del Gotardo— de las futuras vías férreas y los futuros túneles a través de las mismas montañas.

Napoleón otorgó un título nobiliario a Alejandro Volta: lo nombró conde.

Hay un cuadro que representa a ambos, el segundo explicando el funcionamiento de la pila y el primero escuchando la explicación: era el año 1801 y el nuevo siglo entraba con la corriente eléctrica.

Tres años antes había dejado de existir la República de Venecia, cedida a Austria por Napoleón. Los caballos de San Marcos habían sido quitados de la fachada de la Basílica y llevados a París; la leyenda dice que cada vez que los caballos de bronce se mueven cae un dominio; cuando desde Roma fueron llevados a Constantinopla, cayó el Imperio de Occidente; cuando los Venecianos los sacaron de Constantinopla al ocupar la ciudad en 1204, cayó el imperio de los Comnenos; cuando fueron quitados de la Basílica de San Marcos, cayó la República de Venecia.

Pero Napoleón no creía en leyendas; en 1804 fué nombrado Emperador de los Franceses y continuó, entre otras cosas, a abrir caminos.

El camino es la dinámica como la casa es la estática. La casa está determinada por una necesidad tiránica: el reposo, el descanso, el sueño. La casa, desde la choza hasta el templo es el refugio, es el puerto.

Al lado de la casa, saliendo de ella o llevando a ella está el camino; observando desde las alturas podemos comprender fácilmente como se asocian la casa y el camino: una ciudad está formada por espacios vacíos y espacios llenos; casas y calles, reposo y movimiento.



La antigua carretera en el paso del San Gotardo

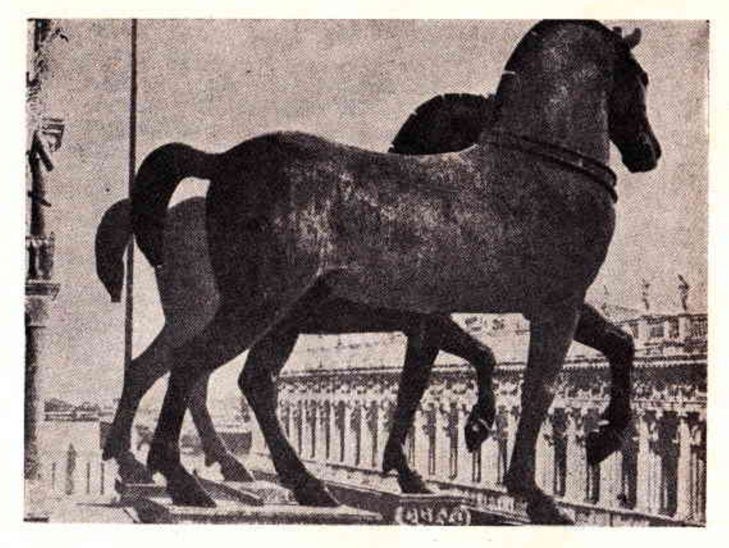
La estructura de la casa y el desarrollo del camino indican la estructura y el desarrollo del progreso humano; los caminos inciden sobre el mundo la intensidad de las relaciones entre los hombres; con la circulación el hombre domina el espacio y altera su valor.

Cuando el hombre substituye el bienestar intelectual por el bienestar material, cuando prefiere al aislamiento el contacto con sus semejantes, la cultura se transforma en civilización. Para establecer ese contacto, esas relaciones con sus semejantes, deben existir vías de comunicación adecuadas; por eso la construcción de caminos aparece cuando la cultura se transforma en civilización.

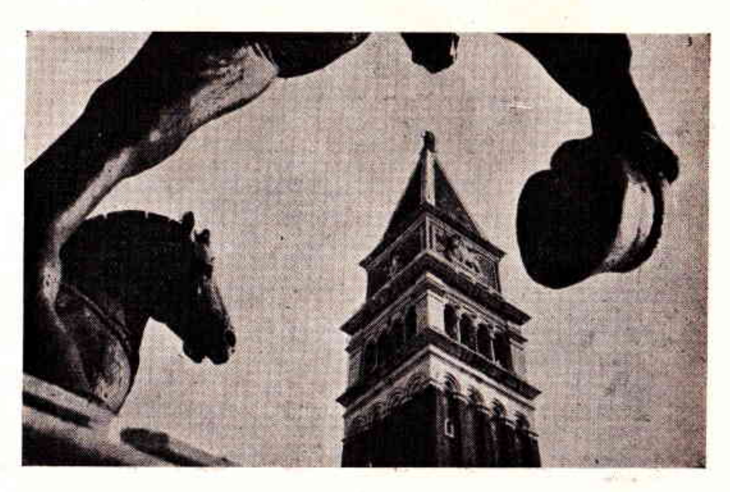
El fin del siglo XVIII coincide con el fin de la cultura del Renacimiento y el principio de la civilización moderna, y coincide también con el comienzo de la construcción de las grandes vías de comunicación, del mismo modo que las carreteras romanas se construyeron en gran escala después de los siglos de Cicerón y de Augusto.

Y la civilización se caracteriza por el movimiento, movimiento que adquiere tanto mayor velocidad cuanto más adelantada es la civilización. Napoleón, que pasó entre dos siglos como un relámpago, es un producto de la época, mejor dicho se adelantó a la época.

La Restauración «puso las cosas en su lugar», fué una especie de registro a un reloj que iba muy de prisa, y quiso poner todo como estaba antes. Hasta los caballos de la Basílica de San Marcos fueron quitados de París cuando cayó el imperio Napoleónico y volvieron a su lugar, porque así los exigió el imperio austriaco al cual pertenecía Venecia. Un siglo después, durante la primera guerra europea, fueron sacados de nuevo por temor a los bombardeos; pero a raíz de la guerra el imperio austriaco desapareció y los caballos volvieron a ser colocados en la fachada de la Basílica.



Dos de los cuatro caballos de San Marcos



En acto de eterno andar por los caminos del mundo

Y ahora están allí, cuatro caballos de bronce de una cuádriga imaginaria, en acto de eterno andar por los caminos del mundo. En frente, a cien metros de altura, el ángel dorado del «Campanile» gira con el viento; más allá los «moros» de la Torre del Reloj martillan lentamente en la campana y marcan el lento pasar de las horas, de los años, de los siglos.



Los "moros"

XVIII

Los ingenieros en la época moderna

La historia —como todas las ciencias que estudian fenómenos colectivos—, se funda en leyes y principios. Uno de esos principios establece que el hombre tiende a simplificar la explicación de los procesos históricos y de los fenómenos naturales atribuyendo la causa de los mismos a la existencia de seres dotados de un poder superior al de los comunes mortales. La voluntad de estos seres, a los cuales no se tarda en divinizar, determinaría los acontecimientos. La frase que aun usamos: «Si Dios quiere» encierra en tres palabras el sometimiento a la voluntad divina.

La rebelión a la naturaleza es la rebelión a a voluntad divina; en la Edad Media Dante coloca en el Infierno, cerca de los traidores y de Lucifer, a Nemrod y a los Titanes —los grandes rebeldes—; y en la época contemporánea Carducci ve en el ferrocarril, en «el bello y horrible monstruo» a Satanás, el símbolo de la rebelión.

Pero, mientras Carducci eleva un himno a «Satanás el grande», Dante habla despectivamente de los Titanes, y considera «alma tonta» a Nemrod, el gigantesco constructor de la Torre de Babel.

La diferencia entre los dos poetas corresponde a la que existe entre sus respectivas épocas; la época medioeval: estática, contemplativa y mística; y la época moderna: dinámica, escéptica y revolucionaria.

Estas características de la época moderna explican porqué, cuando se descubrieron las nuevas fuen-

tes de energía, los ingenieros fueron casi elevados al rango de semidioses y considerados como los nuevos Titanes; —ya que mientras eran capaces de corregir los errores de la naturaleza y esclavizar sus fuerzas, podían desarrollar con el sólo movimiento de una mano la potencia de millares de hombres puesta en el gancho de una grúa.

Esto impresionaba al «vulgo docto y al ignorante», a quien parecía que nada era imposible cuando los dos elementos que marcan el siglo XIX —el vapor y la electricidad—, trayendo una verdadera revolución en la vida intelectual y material de los pueblos, habían llegado a dominar la distancia, o sea al mayor obstáculo que se opone al progreso humano.

«El vapor sacudió de la tranquilidad contemplativa las antiguas naciones legendarias —decía Schwsiger—. La locomotora pasa silbando ante las ruinas de Efeso; su retumbar se repercute entre las colinas del Acrópolis de Atenas; el humo de su chimenea se pierde entre las copas de las palmeras del delta del Nilo, su silbato se oye en los templos de Delo y de Lahore y a través de la afosa Valle del Gange».

La historia de la ingeniería es semejante a la de las naciones, porque del mismo modo que esta última presenta algunos períodos en que los acontecimientos parecen agruparse y sucederse como para acumular fama y gloria a una nación, así en la historia de la ingeniería, sobre el trabajo contínuo, paciente, silencioso, desarrollado a través de los siglos, aparecen épocas privilegiadas en las cuales el número, la importancia y la magnitud de las obras llevadas a cabo arrojan sobre esas épocas el más vivo esplendor.

Iniciada a principio del siglo pasado con el predominio de la dinámica, una de estas épocas es precsamente la actual.

Y nada es más representativo de ella que la invención de la pila y el descubrimiento de la corriente eléctrica; el siglo XVIII es el siglo de la electricidad estática; el XIX, el de la electricidad dinámica; si tuviéramos que representar los dos si-



Alejandro Volta

glos con uno sólo de sus inventos, representaríamos el siglo XVIII con la botella de Leida y el XIX con la pila de Volta; la primera apta con su chispa a componer el agua con sus elementos, la segunda a descomponerla con su corriente; la primera a sintetizar, la segunda a analizar.

«Fuente de luz y de calor, medio enérgico de acción química, instrumento de varios fenómenos fisiológicos, la pila voltáica realiza el ideal de Proteo, concebido con otro orden de ideas por la poética imaginación de los antiguos.

La esfera de nuestra actividad científica e industrial se reduce a tres cosas: producir calor y luz, crear fuerzas motrices, descomponer los cuerpos en sus elementos y volver a componerlos.

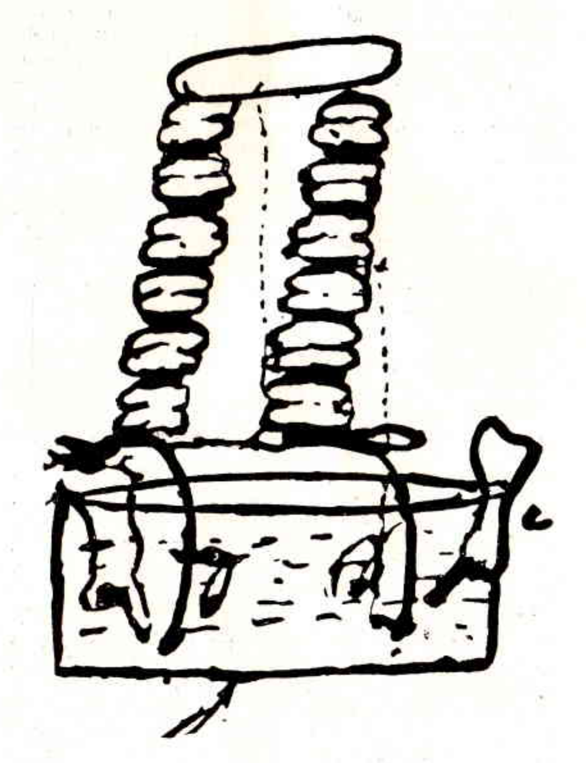
Este ciclo inmenso y variado es dado por la corriente eléctrica con una facilidad y una intensidad sorprendente.

Las más hermosas creaciones de la ciencia: la máquina de vapor, nuestros poderosos instrumentos mecánicos, y todos los inventos de los cuales podía formarse una larga y hermosa lista, cumplen una función única y especial, pero la función de la corriente eléctrica es maravillosamente múltiple.

Luz, calor, acción mecánica, efectos fisiológicos: con la corriente podemos poner en juego uno sólo de estos efectos, excluyendo los otros, o ponerlos en juego todos juntos; y todos, aislados o simultáneos, obedecen ciegamente a nuestras órdenes, moderando, exaltando o anulando la intensidad según nuestras necesidades o nuestros deseos.

La corriente es el rápido mensajero que lleva las órdenes, mueve la máquina poderosa, superpone en los laboratorios industriales los metales preciosos a los comunes, es uno de los medios terapéuticos usados en medicina, es el calor del horno de Moissan y es el tenue calor de la estufa hogareña, es la lámpara que alumbra en la noche, es la que enciende los explosivos».

La aplicación de esa energía al bienestar colectivo —característico de una época de civilización— es obra del ingeniero «que todo lo hace —diría Mantegazza— sin ensuciarse siquiera las manos, sin sudar, sólo con la frágil punta de su lápiz».



Croquis de la pila dibujado por Volta

Y «sin ensuciarse las manos» continúan los ingenieros, como en otras épocas, a perforar montañas, excavar canales y puertos, construir carreteras, desecar los pantanos, cruzar ríos y valles con puentes y viaductos, distribuir el agua, sanear las ciudades, levantar los faros y calcular las estructuras de los edificios. Y todo esto lo hacen silenciosamente, casi viviendo al margen de la sociedad, como sacerdotes del progreso que hacen del progreso su creencia y su religión, sin exigir nada, sin ni siquiera pedir nada, ellos que distribuyen con su ciencia el bienestar, desde la calle sobre la que se camina hasta la luz que se enciende, desde el agua que sale de las tuberías hasta la seguridad de la casa en que se habita.

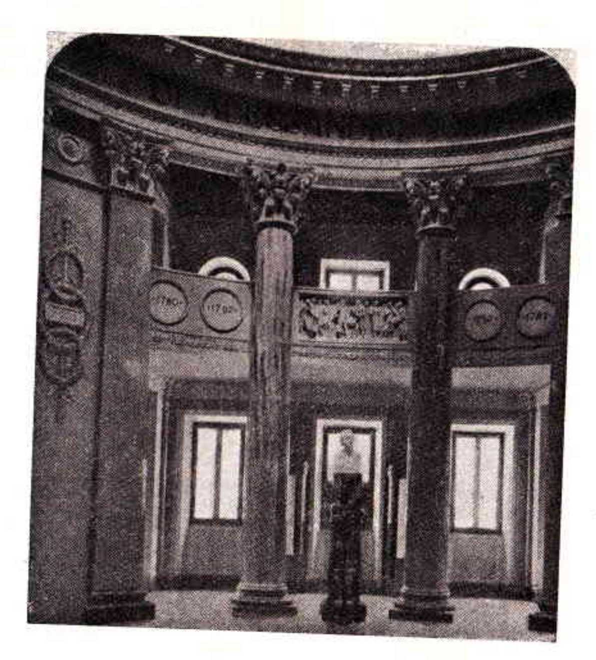
A pesar de lo que la sociedad debe a los ingenieros, los ingenieros son los profesionales a quienes la sociedad más frecuentemente olvida o cuyos méritos desconoce. Porque, por extraño que parezca, cincuenta años fueron suficientes para que el ya citado «vulgo docto y el ignorante» derribara de sus pedestales a los que consideraba como semidioses y modernos Titanes.

Tal vez esto sea debido a que, pasado el primer momento de entusiasmo por las novedades, la sociedad se ha acostumbrado a la contínua aparición de ellas y, arrastrada por el torbellino de la civilización, no tiene tiempo ni deseo de conocer el origen ni la génesis de su bienestar.

Y puede ser también que el ingeniero, considerándose incomprendido y acostumbrado a una manera «matemática» de razonar diferente de la común, se ha encerrado en la «torre ebúrnea» de sus cálculos y de sus ecuaciones y, abandonando a los poetas y a los artistas las hermosas frases y los discursos inaugurales, pensó que su misión no es hablar: es construir.

Construir deriva de «struere» que quiere decir «amontonar», poner piedra sobre piedra donde antes no existía nada. Todos los días los ingenieros hacen nacer un pedazo nuevo de mundo: un muelle, una carretera, un puente, una casa.

Para construir una casa bastaban en otro tiempo



El templo de Volta en Como



Bajorrelieve en la Rotonda del Templo

los conocimientos de un buen albañil, de un «maestro de obras»; pero en nuestra época, el albañil que canta con los bigotes blancos de cal, raspando la mezcla fresca entre un ladrillo y otro, es una imagen de un pequeño mundo lejano. Vivimos en un mundo nuevo; deben construirse diez pisos, cuarenta apartamentos, ciento cincuenta locales para que los habiten doscientas personas, con luz, agua, ascensores, gas, aire acondicionado, calefacción y «todas las comodidades».

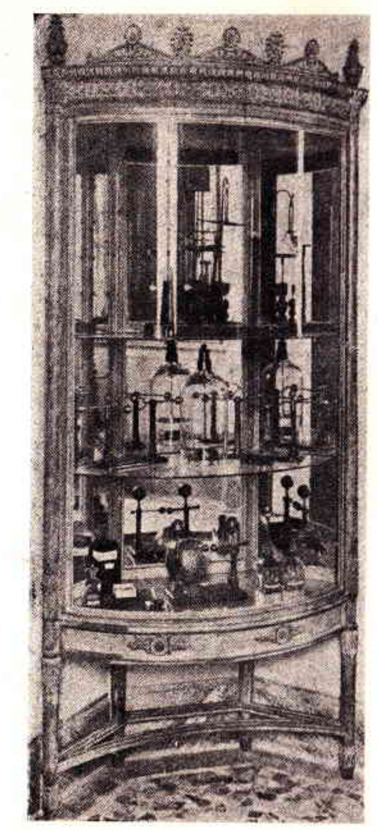
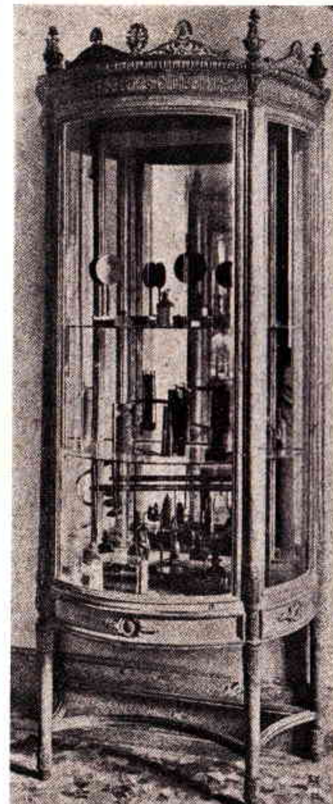
Comienzan las máquinas —los «ingenios»— su trabajo ciclópeo: giran las ruedas, ruedas de las grúas, de las escavadoras, de los camiones, de los elevadores, de las hormigoneras. La escavadora devora la tierra «se levanta con el largo pescuezo, queda suspendida rumiando la carga en la mandíbula cuadrada; con las mandíbulas abiertas parece querer morder el paisaje. Gira en semicírculo, baja, descarga, vuelve a subir y a morder. Cuando ha terminado, el barro cuela de sus labios de acero».

Las hormigoneras devoran pedregullo, arena y portland, los vuelcan en los elevadores para ser distribuídos en los pilares, en las vigas, en las planchas, en un conjunto de una rústica geometría encerrada en tablas, como embalada.

Después la casa no es más que una enorme jaula, más tarde será recorrida por venas de agua, por cables de luz, por tuberías que tejerán su enmarañada tela a través de la estructura de cemento armado y entre los muros de ladrillos, —muros que ya ni sostienen ni adornan porque, reducidos a su mínimo espesor, sólo sirven para subdividir en locales el espacio entre los pilares.

«Es muy dudoso —dice un autor— que nosotros, buena gente democrática del siglo XX, seamos superiores a la Grecia de Platón, a la Roma de Augusto, a la Florencia de Miguel Angel o a la Inglaterra de Shakespeare; pero la verdad es que somos diferentes. Y si aquellas edades se expresaban por artes diferentes, nuestra época, distinta de las anteriores, debe expresarse también en forma diferente».

Nuestro material constructivo por excelencia es el cemento armado, material que puede colarse en cualquier molde, que resiste cualquier esfuerzo, que

Dos vitrinas en el templo con los aparatos inventados por Volta

permite cualquier audacia; y, como lo que no es verdadero no es bello, todo lo que no responde en lo exterior a las necesidades de la estructura interior, a la estructura rígida, geométrica, del cemento armado, no es verdadero y, por consiguiente, no es bello.

Ningún ingeniero se propone que la estructura que calcula sea «bella», y, sin embargo, hay tanta belleza en una estructura —con sus líneas perfectamente rectas o armoniosamente curvas— que siempre es necesario ponerla de manifiesto en la obra terminada.

Diríamos que el ingeniero «hace» una obra de arte «sin querer», y en esto se diferencia del artista, porque el artista ejecuta una obra de arte con la intención de ejecutarla.

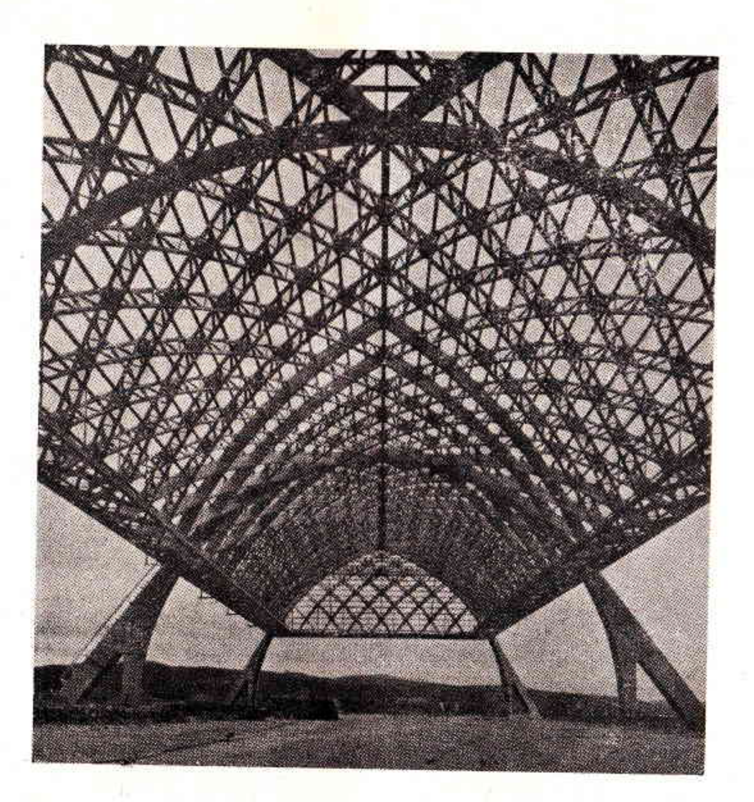
Las nuevas estructuras de cemento, con sus aristas, vértices y ángulos poliedros, con sus pilares esbeltos que dan una relación elevada entre los espacios vacíos y los llenos —entre el canto y el silencio— han creado la nueva arquitectura, la arquitectura «racional» en que todo es geométrico y armonioso.

Se vuelve así a lo antiguo: «Dios geometriza» decía Platón. Antes que Platón, Pitágoras sostuvo que lo más hermoso es la armonía, y el cubo, con sus seis caras, ocho vértices y doce aristas es la máxima expresión de la armonía, o sea de la belleza.

La nueva arquitectura, «armonía de masas», nace del nuevo tipo de estructura calculada por los ingenieros.

Hemos hablado de la «geometrización» y hemos insistido en ella al referirnos a las Pirámides y a las Catedrales y torres de la Edad Media; estamos actualmente en una nueva época de geometrización, desde el cubismo en pintura y escultura hasta el «racionalismo» en arquitectura, racionalismo impuesto por los nuevos medios y sistemas constructivos y por las nuevas necesidades.

. Pocos años han acumulado más adelantos técnicos que muchos siglos anteriores: los medios de transporte, la pasión por la higiene y la limpieza, la necesidad de aire y luz, en una palabra, todos



Estructura de un hángar calculada por el ingeniero Nervi. (Luz entre los apoyos: 50 m.)

los adelantos que nos proporciona la ingeniería y que son actualmente imprescindibles. Porque una de las más grandes obras de los ingenieros modernos consiste precisamente en dotar a los hombres de las comodidades y de la seguridad en las propias casas, donde no habita sólo el cuerpo, sino también el alma, el espíritu, y donde las comodidades prácticas dan un sentimiento de serenidad y de reposo.

Dijimos en la lección anterior que la casa está determinada por una necesidad tiránica: el reposo, el descanso, el sueño; y que al lado de la casa, saliendo de ella o llevando a ella, está el camino. No se concibe la casa sin el camino; la primera —dijimos— es la estática; el segundo, la dinámica. Antigua misión de los ingenieros es la de construir caminos: sin ellos sería imposible la vida en común. Calles, carreteras, vías férreas, han abierto nuevos horizontes, han acortado las distancias y han llevado la vida donde era la desolación. Antes de construir el Transiberiano emigraban en media de Rusia hacia Siberia 66.000 personas por año; después de la construcción del Transiberiano, la emigración aumentó a ochocientos mil personas por año. Si se observa un mapa etnográfico de Siberia. se notará que la raza blanca se extiende a lo largo de una faja cuyo eje es el Transiberiano.

Para abrir nuevos caminos se han tendido puentes y se han perforado montañas, y también en estos trabajos ha habido víctimas y ha habido héroes. En el túnel del San Gotardo las filtraciones llegaron a inundar la galería; comenzaron primero lentamente, después aumentaron tanto que en diciembre de 1874 alcanzaron a 900 metros cúbicos por hora. La parte inferior del túnel se había transformado en un acueducto. Al efectuar las perforaciones para las minas, el agua se precipitaba con tal ímpetu que era inútil la acción de las perforadoras, debía introducirse la carga de dinamita en un estuche de lata y asegurarla con cuñas colocadas a golpes de martillo.
Los obreros y los ingenieros trabajaban casi desnudos, entre la inundación y en un ambiente inso-



La vieja y la nueva carretera de la Gardesana

portable por el calor, la humedad y la pesadez del aire.

Muchos enfermaron y fueron substituídos por otros, pero los sucesores, faltos de experiencia y de costumbre, enfermaban también.

En estas condiciones se trabajó durante un año, en un ambiente que Dante no había imaginado y que habría dado motivo a Rembrandt para un magnífico drama pictórico.

Al año se llegó a la roca compacta, pero el aire comprimido hizo aumentar más aún la temperatura que pasó los 30º, sin que nunca cesara la enervante humedad. Sólo la energía y la bondad del constructor, Luis Favre —nacido 50 años antes a Chenebourg, en el Cantón de Ginebra— pudo conseguir que los operarios continuaran el trabajo anulando todas las tentativas de motines y de abandono.

Favre murió el 10 de Julio de 1879; murió en su ley, como un héroe, después de una visita realizada en la zona Nor-oeste de la galería, en Göschenen. Los obreros transportaron el cadáver sobre una camilla, por treinta kilómetros desde el San Gotardo a Lucerna, a través de las montañas, por sendas impracticables.

Los ingenieros que habían sido sus colaboradores asumieron la dirección de los trabajos, y 7 meses después —el 28 de febrero de 1880— el último diafragma fué abatido y las cuadrillas que procedían en sentido contrario —desde Göschenen y desde Airolo— se encontraron.

Los colaboradores de Favre hicieron pasar a través del conducto de unión de los dos troncos un retrato de Luis Favre, porque «si no había podido pasar personalmente a través del túnel que era su obra, que lo pasara, antes que cualquiera, en efigie.» Al día siguiente diez minas explotaron simultáneamente y destrozaron los restos de roca.

La desviación lateral en el eje del túnel, al encontrarse las dos cuadrillas, no alcanzó a dos centímetros en una longitud de 14.984 metros.

En el túnel del Simplón, la triangulación efectuada por el ingeniero Rosemund, de Zurich, determinó la longitud y el eje del túnel antes de su construcción; cuando ésta fué terminada, se encontró que la verdadera longitud era mayor en un metro con sesenta centímetros que la calculada por Rosemund; el error del cálculo no alcanzó, por consiguiente, a un décimo de milímetro por metro.

Las dificultades a vencer en el Simplón fueron mayores que en el San Gotardo; tres mil quinientos metros cúbicos de agua por hora penetraban en el túnel con una violencia inaudita, y para desagotarlo fué necesario construir un canal de cuatro kilómetros de longitud. La temperatura llegó a 52º y los turnos se relevaban cada dos horas porque no podía resistirse más tiempo. Y al calor y a la atmósfera húmeda, pesada, se agregó la tierra friable que apareció en las vísceras de la montaña y que, casi como su última defensa, amenazaba sepultar obreros e ingenieros.

Y dos ingenieros murieron porque la vieja montaña quiso sus víctimas.

A los obstáculos naturales deben agregarse los inherentes a toda gran obra: vencer las complicaciones del servicio, prever y proveer a todo, cuidar la salud y la higiene del obrero, satisfacer y contener sus aspiraciones, alentar los ánimos abatidos, imprimir al enorme mecanismo un movimiento regular con corazón firme y con mano que no tiembla.

Y todo esto sin tregua, a través de peligros, a veces con el sentimiento de una inmensa lejanía del mundo, y siempre con la fuerza que otorga la conciencia de la propia responsabilidad y con la fe que horada las montañas.

Sería muy largo enumerar todas las «obras de arte» efectuadas en los últimos cien años; el progreso de las otras ramas de la ingeniería es paralelo al progreso de la vialidad; a veces este último supera a aquéllas.

El recorrido de París a Calais —el famoso recorrido hecho por los «Tres Mosqueteros»— se realizaba en 1650 en 123 horas; en 1782 el viaje duraba 60 horas; en 1834, 28 horas; en 1854, seis horas y cuarenta minutos; a fines del siglo pasado, en tren directo, el mismo viaje se realizaba en tres

horas con cuarenta y cinco minutos; actualmente, un automóvil puede recorer el trayecto de París a Calais, a velocidad moderada, en menos de tres horas.

En 1830 las diligencias viajaban con una velocidad media de 8 km. por hora; la velocidad media actual en carreteras varía de 60 a 80 km., según el estado de las mismas; admitiendo una media de 70 km., resultaría que la velocidad se ha multiplicado por nueve, aproximadamente, en poco más de un siglo.

Y no queremos referirnos a las autopistas ni a los otros medios de transporte —por ejemplo, los aviones— para que la comparación pueda hacerse nada más que sobre las comunes carreteras.

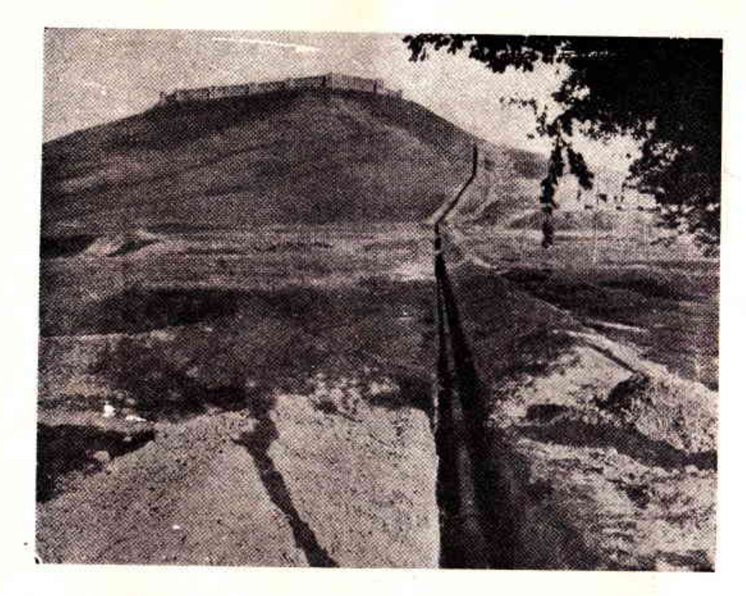
Los nuevos medios de transporte han obligado a nuevos sistemas de pavimentación; ambos han provocado un aumento de velocidad y un acercamiento de los lugares alejados hacia los grandes centros y, por consiguiente, una mayor afluencia hacia estos últimos y una mayor irradiación, por parte de éstos, de las comodidades y del bienestar material e intelectual.

Y, junto a la casa y al camino, el agua. El agua rige la actividad de los hombres; los pueblos nómades que parecen ser independientes del dominio de la casa y del camino, los que parecen escapar a nuestro sistema de vida encerrado entre la casa y el camino, no pueden substraerse al dominio del agua.

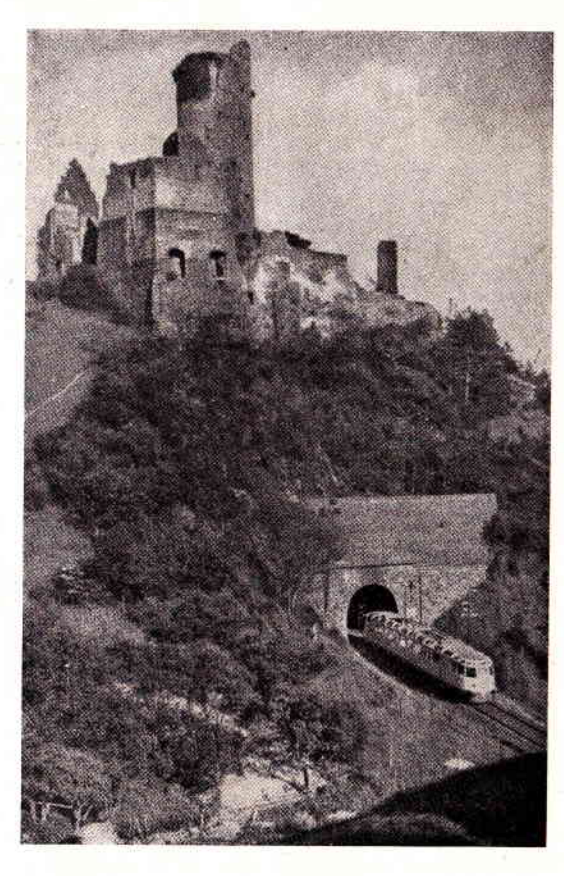
Empero, si los pueblos nómades, los pueblos primitivos, buscan el agua, en un determinado estado de civilización los ingenieros la llevan por tuberías a las casas y a las huertas para la vida y para la higiene. Volvieron a construir los grandes acueductos, y millones de metros cúbicos de agua corren por túneles y por puentes, canales y por tuberías hacia las fábricas y los hospitales, hacia los palacios suntuosos y las humildes viviendas.

Los ingenieros encauzaron las cascadas, y cuando no había cascada «fabricaron» una caída de agua transformando la energía de la caída en energía eléctrica, en luminosa, en calorífica.

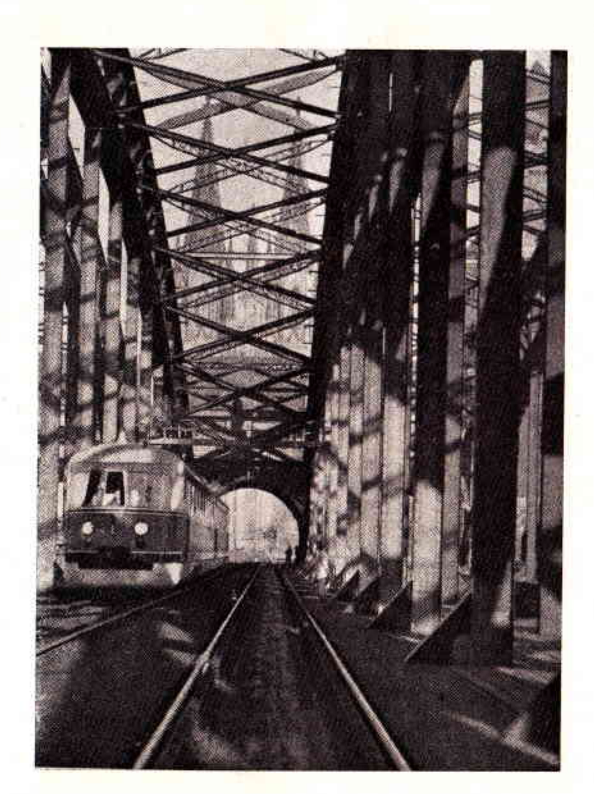
Desecaron los pantanos, sede de anopheles, y des-



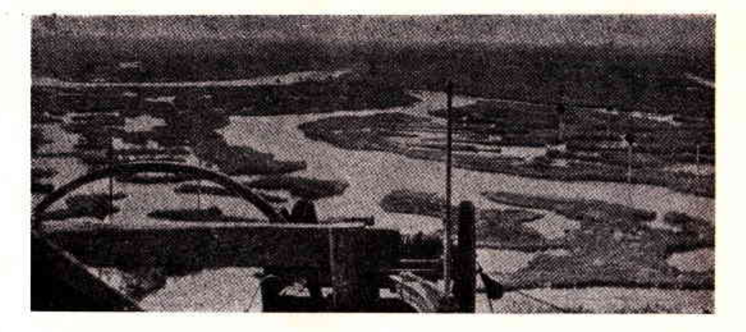
Tuberías en el mayor acueducto existente —el acueducto de las Apulias— cerca del antiguo castillo de Lucera



El pasado y el presente: un túnel debajo de un antiguo castillo en Eiffel



El pasado y el presente: las torres de la catedral de Colonia a través de las vigas del puente sobre el Rhin



La región de los pantanos de Mestre antes del saneamiento



La misma después del saneamiento

apareció la malaria; sanearon las ciudades y desaparecieron las epidemias; la mortalidad disminuyó en los países civilizados gracias, en gran parte, a las obras de los ingenieros, las que —según dijimos— hicieron exclamar a Bernard Shaw que «más que los médicos, los ingenieros salvaron a Europa del azote de las epidemias».

A pesar de eso, a pesar de lo extraordinariamente «humano» de sus obras, los ingenieros son considerados como seres a quienes el mundo imaginario de las matemáticas mantiene alejados de la vida real, y que, habiendo trabajado tanto con el cemento armado, han terminado por adquirir su misma rigidez.

Sin embargo, si se observara más allá de lo exterior, de lo aparente, se encontraría que en los ingenieros el alma colabora con el intelecto no para reproducir la naturaleza, sino para corregir y embellecer el espectáculo muchas veces angustioso que ella nos presenta.

Hemos abierto una ventana para dirigir nuestra mirada hacia el pasado, y cerramos este curso con un sentimiento de respeto hacia nuestros venerables precursores que vivieron hace centenares de años.

Y lo cerramos también con un sentimiento de afecto hacia sus continuadores, los ingenieros modernos, que en todas las regiones de la tierra continúan la lucha titánica y secular contra las fuerzas de la naturaleza, tanto en los laboratorios y en los estudios, «armados sólo con la frágil punta de su lápiz», como en las fábricas y al pie de las obras, entre el rugir de las hormigoneras, el chirriar de los elevadores y el golpear de los martinetes, semejantes a silenciosos y extraños pastores de un fantástico rebaño de monstruos de acero.

☆

Este libro se terminó de imprimir el día 15 de Diciembre de 1951 en los Talleres Gráficos de Impresora L.I.G.U., Sommer y Cía. - Cerrito 740
Montevideo (Uruguay)

